



UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE  
COTOPAXI

# LA INTERDISCIPLINARIEDAD. UNA APLICACIÓN PRÁCTICA PARA LA ESPECIALIDAD FABRICACIÓN DE AZÚCAR

FACULTAD  
CIYA



## AUTORES

Ing. Cervantes Rodríguez Lilia MSc.  
Ing. Salazar Cueva Patricio MsC.  
Ing. Pedraza Cervantes Lilia  
Ing. Mendoza Vaca Magaly MsC

[www.utc.edu.ec](http://www.utc.edu.ec)

La interdisciplinariedad.  
Una aplicación práctica  
para la especialidad  
Fabricación de Azúcar.

Autores:

Ing. Cervantes Rodríguez Lilia MSc.  
Docente Investigadora UTC.

Ing. Edison Patricio Salazar Cueva MsC.  
Docente Investigador UTC.

Ing. Pedraza Cervantes Lilia  
Directora de Fundación Visual.

Ing. Mendoza Vaca Magaly Alexandra MsC.  
Gerente General de "Econstrucciones, Riesgos y Seguridad Industrial"

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### Aval:

La presente obra ha sido evaluada por pares externos a doble ciego, cumpliendo la normativa nacional e institucional para las obras de relevancia.

### Edición:

Primera

### Tiraje:

Libro Digital

### Edición Gráfica:

Ing. Jenny Segovia

jennysegovia08@gmail.com

### ISBN (D):

978-9978-395-69-1

### ISBN (I):

### Publicación:

Editorial Universidad Técnica de Cotopaxi

Latacunga, 2020

## Dedicatoria

A nuestras familias que son el eje principal y signo de inspiración y confianza para llegar a culminar nuestros objetivos.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por su apoyo intelectual y profesional que siempre ha brindado a la comunidad.

## Agradecimientos

Nuestro sincero y profundo agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la elaboración del presente trabajo.

En especial a la Universidad Técnica de Cotopaxi que apoya incondicionalmente la labor investigativa y el desarrollo profesional de los docentes.

## Prólogo

¿Qué es la especialidad técnica fabricación de azúcar?

¿Cómo se establece la red lógica de concepto de las asignaturas que se estudian en esta especialidad, el sistema de habilidades a desarrollar y su modelo interdisciplinario?

¿Cómo se establecen los nodos interdisciplinarios de conceptos?

¿Qué vías se establecen para lograr el desarrollo de las relaciones interdisciplinarias entre las asignaturas de esta especialidad?

El presente libro fomenta estas interrogantes, está dirigido a docentes de esta especialidad y afines, a jóvenes que lo estudian o se interesan por conocer de esta producción industrial, estudiantes de ingeniería en alimentos, Química e Industrial, padres, público en general y a todo aquel que desee ampliar su cultura en cuestiones del aprendizaje en esta materia, así como el proceso de fabricación del azúcar y sus derivados.

Se presenta un sistema de actividades que constan de problemas interdisciplinarios, de los temas termodinámica, equilibrio, físico, químico, cinética y fenómenos superficiales; talleres; actividades investigativas y sugerencias de prácticas de laboratorios de temas de interés para los que estudian esta ciencia.

Del azúcar de caña se derivan otras producciones como la de papel y cartón, tableros y aglomerados, alimento animal, mieles, sorbitol y alcohol entre otros. Razón por la cual resulta necesario



conocer acerca de sus sistemas de producción para perfeccionar la producción de alimentos y productos farmacéuticos en cualquier región del mundo. Aprender y conocer de esta especialidad con el modelo interdisciplinario propuesto resulta interesante para estudiantes y profesores.

# Índice

	Pág.
Prólogo	6
Introducción	9
Capítulo I: La interdisciplinariedad. Un reto para la formación más amplia y sólida del estudiante de la enseñanza técnica y profesional.	
1.1. Fundamentos teóricos de la interdisciplinariedad	15
1.2. La interdisciplinariedad y el diseño curricular.	29
1.3. La solidez de los conocimientos. Su esencia e importancia.	34
Capítulo II: Vías para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias de Química – Física con otras disciplinas del plan de estudio en la especialidad Fabricación de Azúcar.	
2.1. Nexos de conceptos.	45
2.2. Nodos interdisciplinarios de conceptos.	54
2.3. Rediseño del programa de Química – Física.	58
2.4. Actividades integradoras.	81
Capítulo III: Resultados del experimento	65
3.1. Resultados de la encuesta e indicadores medidos.	138
3.2. Resultados de la prueba de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon.	155
Recomendaciones	159
Referencia Bibliográfica	160
Bibliografía	163
Anexos	172



## Introducción

La sociedad actual progresa con el desarrollo de la ciencia y la tecnología, por eso la persona en estos tiempos debe poseer los conocimientos que le permitan solucionar con éxito cualquier problema.

Continúa siendo en este siglo una tarea priorizada la educación conforme a las exigencias que impone el desarrollo que se va alcanzando, jugando un papel preponderante la dirección del aprendizaje dirigido a transformar el pensamiento de los alumnos.

La escuela nueva requiere entrega, dedicación y optimismo. Los docentes no deben olvidar que "Educar es buscar todo lo bueno que pueda estar en el alma de un ser humano, cuyo desarrollo es una lucha de contrarios, tendencia instintiva de egoísmo y a otras actitudes que han de ser contrarrestadas por la conciencia".

José Martí Pérez (1853-1895), figura cimera de la nación cubana, Héroe Nacional de Cuba, trazó un ideario pedagógico universal y legó a la patria latinoamericana referencias conciliadoras entre sus enseñanzas de carácter liberador nacional y la educación; esta se manifiesta en su concepción abarcadora de la educación al decir: "La educación empieza con la vida y no acaba sino con la muerte" (2, 390)

"La educación es el arma más poderosa que tiene el hombre para crear una ética, para crear una conciencia, para crear un sentido del deber, un sentido de organización, de la disciplina, de la responsabilidad".



Es importante destacar que hay diferentes dimensiones encaminadas a la formación integral en la educación y dentro de esta, la formación del profesional no resulta efectiva sin una interdisciplinariedad, ya que al realizar el aprendizaje con la debida articulación de los contenidos y revelando los nexos entre fenómenos y procesos, que son objeto de estudio, facilitan una visión más integral de la unidad y la diversidad del mundo natural y social, así como su aplicación ética en la sociedad, pues la interdisciplinariedad se ha convertido en un aspecto básico de la actividad humana (Fernández M. 1994, Núñez J. 1999, Perera F. 2000), lo cual es fundamental para alcanzar el propósito esencial de la política educacional.

Las disciplinas Química-Física, Análisis Químico Cuantitativo, Química General, Tecnología Azucarera y Análisis Azucarero son ciencias que están estrechamente relacionadas de forma tal que se hace imposible no reconocer a una en la otra, no obstante no se aprovechan todas las potencialidades de la vinculación mediante distintas vías, que permiten identificar estas ciencias relacionadas y dar solución a diferentes problemas de aprendizaje y de aplicación de conocimientos que en este sentido se pueden presentar.

Para lograr establecer relaciones de elementos conceptuales e integrar los contenidos de las mencionadas disciplinas se propone un sistema de actividades interdisciplinarias desde la asignatura Química-Física que permite relacionar los conocimientos a partir del programa rediseñado para incrementar la solidez de los conocimientos en los estudiantes.

## Sistema de actividades interdisciplinarias.



## Solidez de los conocimientos.



- Actividades sistemáticas
- Controles parciales
- Examen final
- Examen estatal integral
- Sistemático (S)
- Intermitente (I)
- Finalista (F)

Forma de evaluar los resultados académicos según los el sistema de evaluación propuesto.

**Objetivo de las evaluaciones propuestas:** Evaluar el desarrollo de los procesos de integración a partir de los contenidos de asignaturas utilizando el sistema de actividades interdisciplinarias para el incremento de la solidez de los conocimientos.

**Las actividades sistemáticas y los controles parciales.**

El objetivo de las actividades sistemáticas permitirá conocer en períodos cortos el desarrollo del aprendizaje y cómo los conocimientos recibidos de forma integrada han perdurado en el tiempo.

Se propone a continuación algunos criterios que pueden ser utilizados para evaluar los resultados académicos de los estudiantes cuando sean utilizadas las formas propuestas. Estos permiten al docente hacer un análisis de los resultados de aprendizaje más fino dentro de un mismo objetivo y conocer en qué medida cada uno de sus alumnos ha logrado los conocimientos o competencias específicas y por ende cuánto de las materias vistas en clases han sido efectivamente entendidas.

<70 puntos	(Deficiente)
70-79 puntos	(Bajo rendimiento)
80-89 puntos	(Medio rendimiento)
90-95 puntos	(Alto rendimiento)
96-100 puntos	(Excelente rendimiento)

Tomando como punto de partida la pregunta, ¿Cuál es el marco de referencia para la aplicación del concepto de interdisciplinariedad

al contexto del proceso docente para la especialidad fabricación de azúcar?, se plantea un reto a la investigación y al proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido se reconoce que el problema fundamental no estriba en aceptar la necesidad e importancia de la interdisciplinariedad, sino en ¿cómo hacerla efectiva?, ¿cómo llevarla a la práctica? En la investigación que se presenta se hace la propuesta de cómo aplicar la interdisciplinariedad al aprendizaje de las asignaturas en la especialidad fabricación de azúcar precedido de los fundamentos teóricos que la sustentan.

# CAPÍTULO I

LA INTERDISCIPLINARIEDAD:  
UN RETO PARA LA FORMACIÓN  
MÁS AMPLIA Y SÓLIDA DEL  
ESTUDIANTE DE LA ENSEÑANZA  
TÉCNICA Y PROFESIONAL.

## 1.1 Fundamentos teóricos de la interdisciplinariedad.

La interdisciplinariedad ha sido defendida históricamente atendiendo al anhelo de reunificar el saber, o a la necesidad de investigar multilateralmente determinados aspectos de la realidad y en los últimos años ha cobrado mayor trascendencia por la creciente complejidad de los problemas que se presentan y por su probada eficiencia en la búsqueda de soluciones prácticas.

José Martí señalaba que el mundo es único y diverso: "La vida es una agrupación lenta y un encadenamiento maravilloso" (7, 148). La interdisciplinariedad busca una exploración más profunda de la realidad lo que exige al maestro flexibilidad, originalidad, dinamismo, creatividad y oportunismo en el trabajo diario con sus alumnos.

En 1996, la UNESCO publicó el documento titulado: "La educación encierra un tesoro", que es el informe preparado para la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI, el informe señala cuatro pilares de la educación:

- Aprender a conocer.
- Aprender a hacer.
- Aprender a vivir juntos.
- Aprender a ser.

A partir de estos fines de la educación, que aparecen como una experiencia global y continua a lo largo de toda la vida, y basándose en las propuestas teóricas analizadas, se considera que esta se logra solo mediante una formación integral y puede hacerse a través de

distintas disciplinas.

Disciplina: "Son agrupaciones u organizaciones sistemáticas de contenido que con un criterio lógico y pedagógico, se establecen para asegurar los objetivos del egresado". (8, 198)

El estudio del término disciplina permite comenzar a indagar por la concepción de la interdisciplinariedad, aparecen las ideas acerca de la articulación entre las asignaturas o entre conocimientos. El filósofo checo Jean Amos Comenius (1592-1670) planteó que se hace necesario la relación entre las asignaturas, para poder reflejar un cuadro íntegro de la naturaleza en los alumnos y además crear un sistema verdadero de conocimientos y una correcta concepción del mundo, y afirmó "... que se enseñan muy mal las ciencias cuando su enseñanza no va precedida de un vago y general diseño de toda la cultura, pues no hay nadie que pueda ser perfectamente instruido en una ciencia en particular sin relación con las demás". (9, 193)

El propósito general de la interdisciplinariedad en el proceso docente es el desarrollo de un ambiente de aprendizaje que permite a los alumnos establecer relaciones con el conocimiento, desarrollar habilidades para aplicarlo y resolver problemas de la vida real. En los currículos que se conciben actualmente, los conceptos enseñados en las ciencias, el lenguaje y la tecnología se relacionan y los estudiantes comienzan a aplicar habilidades ordenadas del pensamiento tales como interpretar, explicar y hacer analogías.

La interdisciplinariedad trata de los puntos de encuentro y cooperación de las disciplinas, de la influencia que ejercen unas sobre otras desde diferentes puntos de vista. El esteta inglés Herbert Read señala que una de las lecciones más ciertas

de la psicología moderna y de las experiencias históricas es que la educación debe ser no solo proceso de individualización, sino también de investigación, o sea, de reconciliación de la singularidad individual con la unidad social, y es que la emergencia hoy día de los estudios interdisciplinarios en conceptos como la educación parece alertar a los investigadores que hay facetas o aspectos de la realidad que no se pueden captar o comprender recurriendo solo a conceptos y categorías provenientes de una sola ciencia.

Como escribiera Medardo Vitier: "No existe disciplina aislada, las separamos por razones académicas, pero es antiacadémico omitir los nexos que las ligan y armonizan". (10, 50)

Así, si uno de los propósitos de la escuela es la comprensión de la cultura como sistema, como vasos comunicantes, como interconexión, las asignaturas no deben percibirse ni estudiarse de forma aislada.

La escuela debe laborar vinculada a la vida, y todo lo que pueda ganarse en integración se ganará en aprehensión más legítima de la herencia cultural y del cuadro del mundo.

Los procesos de interacción de las distintas disciplinas científicas se intensifican en la actualidad dado el desarrollo científico y técnico, obedeciendo a:

- El papel creciente de las ciencias en el desarrollo social.
- Condiciones en que tiene lugar la Revolución Científico Técnica.
- Condiciones actuales del desarrollo del conocimiento acerca

del mundo, demostrando que las ciencias son capaces de dar solución a diversos problemas, entre ellos los socio-económicos del hombre.

Las relaciones interdisciplinarias tienen gran importancia pedagógica por el significado científico y práctico para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, el cual se sustenta sobre la base del estudio concatenado de las diferentes disciplinas. Este tema lo abordan diferentes autores:

- Hernández Miranda, 1983, refiere: "... a la interacción como un enfoque o variación de intensidad al explicar los tópicos de las asignaturas, por lo que considera varias acepciones para este término, desde coordinación de las ciencias, hasta combinación o amalgama". (11, 31)
- Luis Guillermo Moncayo González, 1974, expresó: "... que la interdisciplinariedad ha sido criticada y defendida como postura ingenua para enmascarar una falta de capacidad metódica que no permite profundizar". (12, 22)
- Jean Piaget, 1970: "Una búsqueda de estructuras más profundas que los fenómenos y esté diseñada para explicar estos". (13, 16)
- Alvarina Rodríguez, 1985: "Una condición didáctica, un elemento obligatorio y fundamental que garantice el reflejo consecutivo y sistémico en el conjunto de disciplinas docentes, de los nexos objetivamente existentes entre las diferentes ciencias". (14, 97)

- Jorge Fiallo, 1996: "Una vía efectiva que contribuye al logro de la relación mutua del sistema de conceptos, leyes y teorías que se abordan en la escuela, así como un sistema de valores, convicciones y de relaciones hacia el mundo real y objetivo que corresponde vivir y, en última instancia como aspecto esencial, desarrollar en los estudios una formación laboral que les permita prepararse plenamente para la vida". (15, 8)
- Lourdes Muñoz del Risco, 1990: "... la relación que, en el proceso de enseñanza-aprendizaje se establece entre las asignaturas o disciplinas afines como reflejo de las relaciones ínter ciencias que contribuyen a la formación de un sistema generalizado de conocimientos, en concordancia con la realidad objetiva, el desarrollo de intereses cognoscitivos y la formación de una concepción científica del mundo en los alumnos". (16, 32)
- Fernando Perera, 2000: "La interacción entre dos o más disciplinas, producto de lo cual los mismos enriquecen continuamente sus marcos conceptuales, sus procedimientos, sus metodologías, la enseñanza y de investigación". (17, 37)
- Rolando Bermejo Correa, 2001: "La relación que no se limita solamente a la integración de los sistemas de conocimientos de una disciplina y otra, sino también a los nexos que pueden establecerse como consecuencia de la concatenación de los fenómenos naturales, sociales y humanos, con su máxima expresión en los modos de actuación, cualidades, habilidades, capacidades, puntos de vista, creatividad y valores permitiendo desarrollar en los estudiantes una correcta concepción científica del mundo". (18, 16)

Todas las definiciones aportan elementos importantes al concepto de interdisciplinariedad, el autor del presente trabajo se afilia a la de Jorge Fiallo dada en el año 1996 porque no solo justifica los nexos que se puedan establecer entre los sistemas de conocimientos de una disciplina y otra, sino también aquellos vínculos que se puedan crear entre los modos de actuación, realidades, valores y puntos de vista que potencian las diferentes asignaturas. Con ello puede apreciarse que se requiere de un enfoque didáctico donde al problema de los objetivos y el contenido se unan los métodos y formas de organización de estos, durante el aprendizaje y su evaluación.

Se puede observar que predomina el establecimiento de los nexos entre los sistemas de conocimientos y habilidades de diferentes disciplinas y se pudo constatar a través de los indicadores medidos lo positivo de esta relación en las actividades interdisciplinarias. Se tiene en cuenta el sistema de valores, formación laboral de los estudiantes y las relaciones hacia el mundo que los rodea.

La naturaleza está estrechamente relacionada, no conoce las separaciones ni las fragmentaciones, no posee atomizaciones de sus leyes universales conocidas y por conocer, y por ello, es que la interdisciplinariedad facilita al hombre una visión del mundo real que no sabe de divisiones académicas.

En la literatura autores como Rodríguez A. (1985) y Leiva R. (1990), asumen que las relaciones de sucesiones pueden ser de tres tipos:

1. Relaciones internas de las asignaturas: Dada por las interrelaciones establecidas entre los hechos, los conceptos, las leyes, las teorías, las habilidades, los hábitos, los métodos que estudian y se desarrollan en los límites de una misma

asignatura.

2. Relación analógica o ínter materia: Se manifiesta en unas cuantas asignaturas pertenecientes a disciplinas afines.
3. Relación ínter cíclico: Son las relaciones que se establecen entre los diferentes ciclos de las asignaturas del plan de estudio.

Rodríguez A. (1985), Leiva R. (1990) y Fiallo J. (1996), plantean que, atendiendo al factor tiempo, o sea, según el momento en que se desarrollan se clasifican en tres grupos:

1. Precedentes: Cuando se restablece un objeto de estudio ya conocido por los alumnos.
2. Simultáneo o concomitante: Cuando, al mismo tiempo o a una diferencia breve de tiempo, se relacionan objetos de estudios de diferentes asignaturas.
3. Posteriores o perspectivas: Cuando, en el cursar de una disciplina, se requiere hacer referencia a un objeto de estudio de la propia u otra disciplina que será tratado por ellos en un futuro mediato.

La interdisciplinariedad se muestra cuando se ínter penetran los sistemas de saberes de las disciplinas y, aunque no se le puede interpretar como una suma de saberes disciplinarios, no existe si no es a partir de la lógica interna de las propias disciplinas, es una relación dialéctica, que genera exigencias mayores o macro objetivos y que deben ser los nuevos objetivos de todas las enseñanzas.

Existe una tendencia mundial, avalada por diferentes investigaciones realizadas, de asociar la interdisciplinariedad solo en lo referido al sistema de conocimientos que se imparten en la escuela, algunos criterios incluso son más abarcadores cuando consideran como parte de este concepto el sistema de habilidades, hábitos y capacidades que deben lograrse de conjunto como resultado del proceso docente educativo.

Las líneas directrices que forman parte del currículo para establecer relaciones entre disciplinas son:

1. La del sistema de hechos, fenómenos, conceptos, leyes y teorías.
2. La del desarrollo de las habilidades intelectuales, prácticas y de trabajo docente.
3. La del sistema de valores morales.
4. La del componente politécnico.
5. La del componente laboral.
6. La del componente investigativo.
7. La del componente ambientalista.

Caballero A. (2000) plantea que la interdisciplinariedad es un concepto que en el marco de la esfera de la educación debe transitar del estudio científico a la toma de decisiones prácticas que permita encontrar una síntesis integradora de los procesos curriculares y sin dudas es una vía eficaz para la sistematización, solidez de los

conocimientos y asimilación consciente.

Las asociaciones son la base para la formación del sistema de conocimientos, un concepto se acepta mejor por los alumnos cuando este pone en juego varios sentidos, entiende conceptos relacionados, lo relaciona con otros conceptos y lo conecta con su realidad, desde el punto de vista educativo es más importante la forma como se aprende un conocimiento que el conocimiento en si lo que asegura que el conocimiento se integre en la persona y aporte otras consecuencias educativas, es el esfuerzo intelectual afectivo que se halla hecho para obtenerlo o una de estas consecuencias es el desarrollo de habilidades para pensar o para aplicar conocimientos.

La interdisciplinariedad puede concretarse a través de tres tipos de hechos fundamentales:

- Nexos de los hechos.
- Nexos de teorías.
- Nexos de concepto.

El nexo de conceptos constituye el principal de los tipos de nexos entre las diferentes asignaturas, abarca casi todo el contenido de las disciplinas y su acción se propaga a un volumen considerable de material docente.

Un concepto es la forma de pensamiento humano en la cual se expresan las características generales y sustanciales de los objetos, las relaciones de un objeto dado con otros, su origen y desarrollo. El concepto es un producto del trabajo del pensamiento, un resultado de la generalización de los conocimientos acerca de los objetos y

fenómenos individuales.

El sistema de conceptos refleja los vínculos y relaciones reales que existen entre los objetos y procesos del mundo objetivo y es el resultado de la actividad secular de la humanidad.

En las disciplinas docentes se presenta un cuadro análogo. El estudiante debe tener primero una idea precisa de la estructura lógica de la ciencia: los conceptos básicos que por lo común son pocos, más adelante la jerarquía o niveles entre ellos y por último, los conceptos más amplios de la ciencia en general representativos de la comprensión de las categorías de la ciencia en cuestión.

Se hace necesario confirmar la red lógica de conceptos entre todas las asignaturas porque es una forma de reflejar el análisis que se realiza de cada una de ellas en cuanto a contenido y procedencia con todos aquellos con los que tiene incidencia. A través de ella se puede conocer cómo se relacionan entre sí las asignaturas por su contenido y procedencia partiendo del análisis global por capítulos o unidades.

Para confeccionar la red lógica de conceptos se hace necesario proceder a la confección de la llamada pirámide conceptual; el sistema de habilidades y el modelo interdisciplinario.

El sistema conceptual relacionado con la referida red lógica de conceptos, consta de una idea rectora, conceptos principales, secundarios y precedentes. Se explica a continuación el fundamento de cada elemento.

**Idea Rectora:** Representa la esencia de lo que los estudiantes deben aprender y se expresa en términos no solo de concepto sino de las

operaciones que estos deben ser capaces de realizar con ellos al finalizar la enseñanza. Al determinar la esencia hay que tener en cuenta la base metodológica marxista leninista, esto significa que lo esencial en el contenido es aquello que debe formar parte de la concepción científica del mundo del estudiante como elemento integrante de un núcleo teórico, o que es de utilidad por su aplicación posterior en la vida social.

**Conceptos principales:** Son los conceptos esenciales asociados a cada idea rectora.

**Conceptos secundarios:** Se refieren a aquellos conceptos que permiten al alumno arribar a los conceptos principales.

**Conceptos precedentes:** Son los que preceden a otros y a su vez pueden servir de base para formar o desarrollar los principales y secundarios.

Mucho se discute si las relaciones interdisciplinarias se deben realizar al principio, al cabo de cierto tiempo o al final del estudio de un tema. Compartimos el criterio que se requiere una competencia informativa para poder establecer relaciones. El problema práctico reside en cómo llevar a vías de hecho las relaciones interdisciplinarias en una institución, carrera, especialidad o simplemente con un grupo de estudiantes.

En otras palabras, qué contenidos seleccionar, qué métodos y formas organizativas utilizar para plantear actividades de aprendizaje motivantes que permitan conectar conocimientos y habilidades de dominios diversos en la búsqueda de soluciones prácticas y que, además, contribuyan a la formación de valores y actividades prácticas en los alumnos.

Con este fin es necesario partir de los objetivos y contenidos que aparecen expresados en diversos documentos rectores, como los programas de las disciplinas y los denominados programas directores. Estos últimos se conciben como ejes que atraviesan todos los currículos y que modelan las aspiraciones que deben alcanzar en cuanto a conocimientos, habilidades y actitudes en ciertas áreas de la formación ideológica, política, laboral, ambiental, económica.

Para estructurar conocimientos y habilidades existen diferentes puntos de vista que tienen su centro en los conceptos invariantes, células generadoras, eje transversal o nodo cognitivo, entre otras. La determinación de nodos principales en las distintas asignaturas, puede ser el primer paso en la planificación de relaciones interdisciplinarias en cualquier nivel de enseñanza.

Al comenzar el tercer milenio no queda otra alternativa que encararlo. He aquí un hermoso, esencial e impostergable desafío a nuestra enseñanza. El hombre en su devenir histórico, ha hecho posible una cultura integrando los saberes, ambas cosas comienzan juntas, se complementan y puede materializarse a través de la interdisciplinariedad que propicie la formación cultural del estudiante.

La complejidad del mundo y de la cultura obliga a resolver los problemas desde diferentes puntos de vista, es decir, aplicando diversas áreas del conocimiento.

De no hacerse así, los resultados se verían afectados por las limitaciones que impone la selectividad de los análisis que se realicen. Las relaciones entre las disciplinas es un objetivo que nunca puede alcanzarse totalmente, por lo que permanentemente debe buscarse a través del trabajo metodológico.

Según J. Torres Lein, 1990, los pasos para desarrollar cualquier intervención interdisciplinaria son:

1. a) Definir el problema (interrogante, tópico).  
  
b) Determinar los conocimientos necesarios, incluyendo las disciplinas representativas y con necesidad de consulta, así como los modelos más relevantes, tradicionales y bibliográficos.  
  
c) Desarrollar un marco integrador y las cuestiones correspondientes que deben investigarse.
2. a) Especificar los estudios o investigaciones concretas que necesitan emprenderse.  
  
b) Reunir todos los conocimientos actuales y buscar nueva información.  
  
c) Resolver los conflictos entre las diferentes disciplinas implicadas tratando de trabajar con un vocabulario común y en equipo.  
  
d) Construir y mantener la comunicación a través de técnicas integradoras (encuentros y puesta en común, interacciones frecuentes, etc.)
3. a) Cotejar todas las oportunidades y evaluar su adecuación, relevancia y adaptabilidad.  
  
b) Integrar los datos obtenidos individualmente para determinar un modelo coherente y relevante.

c) Ratificar o no la respuesta que se ofrece.

d) Decidir sobre el futuro de la tarea, así como acerca del equipo de trabajo.

Si en la ciencia en particular y en otras muchas existentes se trabaja coherentemente con la misma perspectiva, se puede potenciar el desarrollo de ciertos rasgos de la personalidad como flexibilidad, confianza, intuición, pensamiento divergente, aceptación de riesgos, comprensión de la diversidad, entre otras, estaremos cultivando procederes donde el estudiante pueda aprender, contribuyendo a que la escuela pueda trascender a la vida y al logro de las exigencias de la sociedad para el desarrollo del saber humano en toda su magnitud desde un enfoque interdisciplinario.

Para establecer las relaciones interdisciplinarias en las instituciones docentes hay que cambiar de actitud frente a los problemas de la educación, debe haber una concepción unitaria de los profesores y de la realidad en que se desarrolla la práctica educativa pedagógica.

Lograr la interdisciplinaria requiere un profundo trabajo metodológico a partir del pleno dominio de los objetivos.

- Alcanzar en los docentes la convicción y disposición para efectuar los cambios necesarios.
- Que los profesores dominen su disciplina y que tengan un conocimiento de los fundamentos básicos de aquellas con las que deben relacionarse en el proceso.
- Dominio del contexto en el que se va a actuar, en particular la caracterización de cada alumno del grupo.

- Trabajar en colectivo para propiciar el intercambio con vistas a la determinación de nexos comunes y coordinar acciones con un lenguaje común en un clima de cooperación y flexibilidad.

## 1.2 La interdisciplinariedad y el diseño curricular.

La definición conceptual del término curricular en los momentos actuales, es una tarea difícil pues cada especialista tiene su propia definición, que no está basada en principios establecidos y por todos aceptadas.

Muchas definiciones y clasificaciones del término currículum tienen un fuerte enfoque social pues lo definen como: "... Una estructura de conocimientos presentada socialmente, externa al conocer y que está ahí para ser denominada...". (20, 35)

Para algunos autores el núcleo central o el currículum escrito o preactivo es el plan de estudio y para otros el programa, orientaciones o libro de texto. "...en primer lugar, el estudio del currículum escrito aumentará nuestra comprensión de las influencias e intereses que intervienen en el nivel práctico. En segundo, esa comprensión financiará nuestros conocimientos de los valores y objetivos representados en la escolarización...". (21, 12)

En el año 1991, Fuentes Navarro, entiende por currículum, el conjunto sistematizado de conceptos, objetivos, contenidos, series de asignaturas, metodologías y criterios de evaluación que definen una carrera universitaria.

Alvarez de Zayas, 1992, entiende por currículum aquel conjunto de documentos que permiten caracterizar el proceso docente

educativo.

Para definir el término currículum, existe discrepancias entre diferentes autores, tales como Dewey, Caswell, Tyler, Gagne, Arredondo, Portuondo, algunos consideran este concepto independiente del plan de estudio, otros proponen que el currículum o plan de estudio deberá entrañar el dominio de destrezas y que el plan de estudio representa un cuerpo de conocimientos, de modo que currículum y plan de estudio hacen referencia al mismo campo.

De la misma forma que aborda el currículum pero teniendo en cuenta la imagen de una práctica social de la profesión y a partir de una relación y ordenamiento de objetos abstraídos de la realidad, y que permite abordar estos ya transformados y propuestos en el plan de estudio, concibiéndose como una espiral que organiza de manera integradora la investigación, la docencia y los servicios.

A principios del siglo XX, el estudio del currículum se independizó del campo de la educación general y adquirió vida propia mediante diferentes propuestas de teorías, investigación y diseño curricular.

En nuestro país se pretende lograr una educación cuyo fin se desarrolla en toda su plenitud humana las capacidades intelectuales, físicas y espirituales del individuo y fomentar en él elevados sentimientos y gustos estéticos, convertir los principios ideológicos y morales en convicciones personales y hábitos de conducta diaria, contemplando la elevación de la calidad en la formación de los egresados de modo que den respuesta a las necesidades presentes y perspectivas del desarrollo económico y social del país. Estos múltiples aspectos que se han referido deben analizarse y encontrarse

con una visión participativa y anticipativa de la educación teniendo en cuenta el diseño de programas educativos en general y de ciencia, tecnología y cultura en particular.

Teniendo en cuenta que la confección de planes de estudio y su equivalencia con el diseño curricular está considerado como el conjunto de fases y etapas que deberán integrar en la estructura del currículum y que debe dar respuesta al problema educativo, científico, económico, político y social y es un proceso continuo, dinámico y participativo, se debe analizar en nuestra enseñanza las posibilidades que los planes de estudio nos brindan para establecer estrechas relaciones interdisciplinarias buscando todas las vías posible para lograrlas.

La interdisciplinarietà puede concretarse entre otras a través de nexos de conceptos con el contenido que se imparte, una forma de evitar la impartición de los contenidos de forma fraccionada es lograr una estructuración lógica, tener en cuenta los conceptos precedentes, establecer el vínculo con la vida y su desarrollo social. En la elaboración del contenido del programa de una asignatura se confrontan los problemas:

1. Organizar el contenido de forma tal que, sin ampliar su volumen, al mismo tiempo se de al estudiante todo el bagaje de conocimientos necesarios para realizar su actividad.
2. Garantizar la formación de habilidades y capacidades específicas de la actividad profesional, así como los métodos de pensamiento que permitan aplicar de forma independiente los conocimientos en situaciones típicas para obtener además nuevos conocimientos.

El sistema curricular total, mirado en sentido horizontal, está constituido por ejes curriculares, en sentido vertical, está estructurado por todas las asignaturas que componen el año de estudio en cuestión. El modelo rompe la rigidez de la enseñanza por asignaturas compartimentadas que se enseñan paralela y esencialmente, y obliga a la relación de los contenidos, en la medida de lo posible.

El establecimiento de relaciones interdisciplinarias en el diseño curricular significa considerar el currículum como un conjunto educacional dinámico, constituido por elementos relacionados entre sí y orientados hacia el logro de un propósito determinado.

Los resultados de estudios efectuados permiten asegurar que los estudiantes olvidan muy rápidamente lo que en un momento determinado demostraron haber aprendido, porque retienen lo aprendido de forma aislada y no como una estructura lógica. El poder recordar depende en gran medida del grado de organización con que se fija en la memoria el objeto de estudio, por esta razón los fenómenos particulares estudiados por separado y de forma aislada, sin relación con la esencia que los explica y unifica son más difíciles de comprender y memorizar.

La estructuración del contenido, teniendo en cuenta las relaciones interdisciplinarias presupone la selección de una estructura inicial muy simple que permita poder establecer los nexos de conceptos y organizar actividades de aprendizaje para conectar los conocimientos, esto permite lograr un alto grado de sistematización, generalización y solidez de los conocimientos.

La organización racional del contenido da también la posibilidad de reducir el tiempo de asimilación del objeto de estudio, mejorando al mismo tiempo la calidad de asimilación.

En la ciencia Química resulta muy importante tratar la organización del contenido a través de nexos de conceptos, por cuanto permite reflejar la lógica de la ciencia en el proceso docente, relacionando diferentes conceptos, leyes y teorías, que son objeto de comprobación en la actividad experimental.

El currículum que tiene en cuenta la interdisciplinariedad es visto en la literatura, por muchos educadores, como la organización y la relación de conocimientos integrados desde lo general a lo específico.

Existen motivos válidos para integrar el currículum como es, el desarrollo de un ambiente de aprendizaje que permita a los alumnos establecer conexiones con el conocimiento, desarrollar la habilidad para ver vínculos entre las áreas del contenido de las asignaturas y aplicar ese conocimiento así como la habilidad para resolver problemas de la vida real.

Para el establecimiento de la interdisciplinariedad en un currículum de cualquier sistema educacional existen cuatro etapas:

1. Concebir el proyecto curricular.
2. Elaborar el programa de las diferentes asignaturas o disciplinas, de programas complementarios, de círculos de interés o diferentes actividades científico-estudiantiles.
3. Confeccionar textos y materiales extraclases.
4. Poner en práctica el proyecto educativo de la escuela mediante los claustros, reuniones de departamentos, claustrillos, etc.

Jiménez A. (1998) plantea que la interdisciplinariedad es la condición didáctica que permite cumplir el principio de la sistematicidad y la solidez de los conocimientos en la enseñanza y asegurar el reflejo consecuente de las relaciones objetivas vigentes en la naturaleza y la sociedad, mediante el contenido de las diferentes asignaturas que integran el currículum de la escuela actual.

Es la vía efectiva que permite la integración de las ciencias en la escuela a partir de la relación mutua del sistema de conceptos, leyes y teorías que se abordan en este contexto. Además permiten garantizar un sistema general de conocimientos y habilidades tanto de carácter intelectual como práctico, así como un sistema de valores, convicciones y relaciones hacia el mundo objetivo en el que les corresponde vivir.

### 1.3 La solidez de los conocimientos. Su esencia e importancia.

La esencia de la solidez de los conocimientos en los estudiantes radica en que el docente debe tener en cuenta, en el momento de la preparación de las actividades docente educativas, la lucha sistemática y enérgica contra el olvido el cual forma parte de los procesos psíquicos normales.

La solidez de los conocimientos como principio didáctico permite al ser aplicado consecuentemente en el proceso docente educativo, lograr una sólida asimilación por los estudiantes de los conocimientos, habilidades y hábitos, si pone en tensión de modo óptimo, sus potencialidades cognoscitivas y, en particular, la imaginación reproductora y creadora, la memoria, preferentemente la lógica, el pensamiento lógico activo, así como las capacidades para la pueden lograrse si se aplican las relaciones interdisciplinarias.

Desde el punto psicológico las relaciones ínter asignaturas tienen su fundamentación psicofisiológica por la propia sistematicidad del trabajo del cerebro y las funciones psíquicas. La realidad objetiva es un todo armónico y el cerebro lo refleja como tal. En la actividad intelectual hay dos elementos de gran importancia que constituyen el problema central de la psicología del intelecto, la sistematicidad y la dinamicidad.

Se puede plantear que todas las funciones psíquicas, desde las más elementales (sensaciones) hasta las más altas (pensamiento), se producen en forma de vínculos de asociaciones, el carácter de sistema de estas asociaciones permite a su vez considerarlas como un sistema y es en definitiva lo que garantiza la totalidad del reflejo sensorial por el hombre de la realidad objetiva de la unidad del mundo.

De hecho las asociaciones son la base para la formación del sistema de conocimientos y la relación interdisciplinaria garantiza la fusión de las asociaciones aisladas en un sistema cada vez más complejo, permitiendo desarrollar un pensamiento sistémico en los estudiantes y proporcionar la movilidad del sistema de asociaciones con posibilidades de incluir las conexiones que se forman en las nuevas combinaciones de asociaciones y de aplicarlas en la solución de nuevos problemas.

Al dirigir la actividad de estudio es necesario utilizar todos los conocimientos psicológicos que se poseen sobre ella para optimizar esta actividad, por lo que es necesario y oportuno buscar una organización sistémica del contenido.

La segunda ley de la dialéctica establece una estrecha relación entre el objetivo, el contenido y el método de enseñanza – aprendizaje.

Los métodos y los recursos didácticos están determinados, en primer lugar, por el objetivo y el contenido de la enseñanza, los que se convierten en criterios decisivos para su selección y utilización. El objetivo se alcanza cuando el estudiante se apropia de la habilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El proceso docente está compuesto por un conjunto de formas y actividades que deben constituir un todo armónico desde el punto de vista de los objetivos del contenido que se trate. Los cambios que se efectúan en la actividad mental de los alumnos son el resultado de las actividades continuas en todos los contenidos que comprenden el proceso de obtención de conocimientos.

La teoría de la formación por etapas de las acciones mentales planteadas por Galperin y Talizina considera el estudio como un sistema de determinados tipos de actividad cuyo cumplimiento conduce al alumno a los nuevos conocimientos y hábitos. "La acción, es el eslabón central de esta teoría como unidad de la actividad del estudio o como unidad de cualquier actividad humana".

(22, 112)

Al respecto, Galperin plantea: "Acordemos llamar estudio toda actividad, ya que como resultado, se forman nuevos conocimientos y habilidades o los antiguos conocimientos y habilidades adquieren nuevas cualidades". (23, 48)

La actividad consiste en el proceso de solución por el hombre de tareas vitales, impulsadas por el objetivo a cuya consecuencia está orientado. Sin embargo, la acción se impulsa no por su objetivo sino por el motivo de la actividad por medio de las cuales se realiza la acción.

Los conceptos de acción y operación son relativos, lo que en una etapa de la enseñanza interviene como acción, en otra etapa se hace operación. Por otra parte, la acción puede convertirse en actividad y viceversa.

Según las funciones que realiza la acción puede convertirse en actividad y viceversa.

Según las funciones que realiza la acción se divide en tres:

- a) Orientadora (utilización por el hombre de condiciones concretas)
- b) De ejecución (parte de trabajo de la acción)
- c) Control (hace la corrección necesaria tanto en la función orientadora como en la ejecución)

Las tres funciones son obligatorias para que la función pueda ser comprendida.

La solidez de los conocimientos depende de la forma en que se realiza la acción, así como también del grado de generalización y de automatización. La acción es tanto más sólida mientras más completo sea el recorrido de la etapa material a la mental y si se estructura el contenido en forma sistémica.

La habilidad siempre es un sistema de acciones y operaciones que responde a un objetivo y si se desea obtener habilidades sólidas en los estudiantes, se debe garantizar que los contenidos lleguen a ellos de forma integrada y no segmentada como ocurre regularmente.

Según Talizina para garantizar una adecuada asimilación de los contenidos de una asignatura se requiere que las habilidades se correspondan por lo menos con tres criterios básicos:

- a) Que permitan revelar o profundizar en la esencia de los conocimientos para lograr una mayor solidez.
- b) Que se adecuen a los objetivos previamente planteados.
- c) Que la enseñanza de los contenidos fundamentales no se haga de forma abstracta, sino funcional.

Por asimilación se entiende, la actividad cognoscitiva que incluye toda una serie de procesos psíquicos.

El nivel de asimilación depende no solo del grado evolutivo del desarrollo sino también del nivel de dificultad del material de estudio que se asimila.

Cuando se diseña un sistema de habilidades de una asignatura siempre se debe delimitar el conjunto de tareas fundamentales que debe resolver dicho especialista, porque cuando el estudiante se enfrenta con el examen se le exigirá la solución de aquellas tareas previstas según los objetivos determinados.

Sin embargo, la actividad no es solo una vía por la que pueda determinarse la existencia de una habilidad sino también la condición de su perfeccionamiento, por eso el profesor al dirigir el proceso de formación y desarrollo de habilidades, debe estructurar de manera adecuada la actividad de sus alumnos, teniendo en cuenta las condiciones psicopedagógicas generales y particulares de estos y también las específicas de su asignatura.

Para evaluar la calidad de la actividad y de las acciones ejercitadas hay que conocer el sistema de sus principales características: la primera característica es la forma de acción, que indica el plano en que ella tiene lugar. En este sentido existen tres formas fundamentales de acción.



- La forma material es cuando se asimila un conocimiento nuevo, porque garantiza la comprensión, implica la lógica interna.
- La forma verbal externa constituye la traducción de la acción material a una acción verbal. Este proceso ocurre en forma de razonamiento en voz alta.
- La forma mental de la acción significa que esta se realiza "para sí". Esta forma tiene una gran significación en el proceso de formación de nuevos conocimientos, habilidades y capacidades en el proceso de enseñanza.

Según Galperin, todas las formas intermedias de la acción deben asimilarse sola hasta la asimilación sin rasgos de automatización. (24, 54)

La segunda característica es la generalización. Esta es definida por Talizina, como el límite de aplicación de la acción, no se ha generalizado suficientemente. Si es superior a la unidad, quiere decir que se aplica incorrectamente en situaciones que no es aplicable.

En los trabajos S. L. Rubinstein y Z. I. Kalmikova se enfatiza considerablemente la relación existente entre la capacidad de generalización y la de estudio. Ya que según plantea la teoría del conocimiento, en el proceso de generalización, el estudiante descubre los nexos y relaciones del objeto dentro del sistema integral y deduce los fenómenos particulares y singulares partiendo de lo universal.

La tercera característica es el grado de despliegue de la acción. El grado de despliegue está referido a la mayor o menor medida en que puede desarrollarse en sus elementos componentes de la acción. La ley general que rige este caso dice: toda nueva acción debe realizarse primero en forma desplegada para que se hagan conscientes las operaciones que lo integran, solo después debe comenzar el proceso de su abreviación, hasta llegar a la acción mental, reducir, así se evita un aprendizaje mecanicista.

Esta característica de la acción, permite además, que una vez formada, aumente la rapidez en las operaciones intelectuales, garantizando de esta forma la agilidad del raciocinio y del funcionamiento humano.

La cuarta característica es el grado de conciencia, muy relacionada con el despliegue de la acción y la forma verbal. El estudiante puede rendir cuenta de lo que está haciendo, puede explicar la lógica de su acción, que hace y porque lo hace. La necesidad de explicar y argumentar lo que uno hace para comunicarlo a los demás hace

imprescindible la utilización del lenguaje verbal y esta traducción de una lógica de la acción a una lógica de los conceptos garantiza que la acción sea consciente.

El grado de independencia es la quinta característica de la acción. No siempre una acción nueva se puede realizar desde el inicio sin ningún tipo de ayuda, por eso en la primera fase de la asimilación de los nuevos conocimientos es conveniente tener en cuenta la necesidad de que se planifique niveles de ayuda que permitan la realización correcta de la acción, aún sin poseer un grado de dominio de ellos.

La solidez es la última característica de la acción que está relacionada con la permanencia en el tiempo de la acción o habilidad formada. La acción será tanto más sólida en la medida en que se haya planificado y efectuado un recorrido de la acción de forma material a la mental.

Para lograr mayor solidez es preciso que se trabaje adecuadamente la forma de acción y en la organización sistémica, racional, en los contenidos.

El creciente volumen de información, la naturaleza cambiante de los conocimientos científicos hacen que la selección de la información esencial se encuentre en la base de la memorización y la solidez de conocimiento y habilidades científico pedagógicas.

La maestría pedagógica del docente desempeña un papel principal en la asimilación y consolidación de los conocimientos, pues permite una correcta dirección de la actividad cognoscitiva mediante la adecuada selección de las formas, métodos y medios de enseñanza. Existe una estrecha relación entre la asimilación consciente y la

solidez de los conocimientos. Datos experimentales prueban que es considerablemente más difícil retener lo que no ha sido entendido. La retención de lo asimilado ofrece un mayor rendimiento que la retención mecánica y poseen una serie de ventajas que se reflejan en todos los aspectos de la retención: plenitud, rapidez, precisión, solidez.

Solamente aquello que haya sido comprendido y asimilado minuciosamente por la memoria se fijará en la mente de forma sólida. De este modo, la solidez, la continuidad, el orden de sucesión y la actividad consciente se haya en una relación recíproca. Se puede obtener conocimientos sólidos, auténticos cuando enseñamos los contenidos a través de la observación y la demostración sensorial.

La percepción social es el más seguro administrador de la memoria. Esta es una de las razones de aproximación del principio de la asimilación consciente, al principio de la solidez, valorando justamente este último basado en la comprensión de las conexiones en y entre las asignaturas o también en la memoria lógica.

La solidez de los conocimientos se garantiza, solo si en las tareas planteadas se conjuga adecuadamente los mecanismos de orientación, ejecución y control, de modo que conduzca al desarrollo de conocimientos, de habilidades y especialmente al desarrollo del pensamiento. Las tareas orientadas en clases implican la estructuración, disposición y condiciones que permitan potenciar al máximo el aprendizaje consciente mediante:

- Actividades que impliquen la búsqueda.
- Que conlleven a análisis de contradicciones.

- Que conduzcan a encontrar alternativas de diferentes soluciones que posibilitan llegar a deducciones y juicios, etc.

## CAPÍTULO II

VÍAS PARA EL ESTABLECIMIENTO  
DE LAS RELACIONES  
INTERDISCIPLINARIAS DE  
QUÍMICA-FÍSICA CON OTRAS  
DISCIPLINAS DEL PLAN DE  
ESTUDIO EN LA ESPECIALIDAD  
DE FABRICACIÓN DE AZÚCAR.

## 2.1 Nexos de conceptos.

La interdisciplinariedad se pone de manifiesto entre otras a través de los nexos de conceptos y habilidades, no puede omitirse aquellos aspectos del conocimiento que armonizan las asignaturas. Al realizar el análisis del plan de estudio para la especialidad Fabricación de Azúcar se determinan las asignaturas precedentes, simultáneas y posteriores a la Química – Física y se establecen los nexos de conceptos entre ellas.

### Asignaturas precedentes a la Química – Física.

Nombre de la asignatura y Tema	Unidad de Química – Física con la que se relaciona	Concepto de Química - Física
<b>Física</b>		
1. Ley de transformación y conservación de la energía.	Termodinámica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primer principio de la Termodinámica.</li> <li>• Entalpía.</li> <li>• Calor de formación.</li> <li>• Calor de combustión.</li> </ul>
2. Energía potencial y energía cinética.	Termodinámica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía interna.</li> </ul>
3. Transformación de la energía.	Termodinámica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primer principio de la Termodinámica.</li> </ul>
	Electroquímica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza electromotriz en las celdas químicas.</li> </ul>
4. Movimiento Browniano.	Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades cinético – moleculares de los sistemas coloidales.</li> </ul>
5. Estructura de los gases, líquidos y sólidos.	Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado líquido, viscosidad, presión de vapor saturado.</li> </ul>
	Equilibrio físico y químico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcla azeotrópica.</li> <li>• Destilación de disoluciones líquidas.</li> </ul>

Nombre de la asignatura y Tema	Unidad de Química – Física con la que se relaciona	Concepto de Química - Física
6. Parámetros termodinámicos.	Termodinámica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad calórica molar a presión y volumen constante, <math>\Delta H</math>, <math>\Delta G</math>, <math>\Delta S</math> y <math>\Delta A</math>.</li> </ul>
	Equilibrio físico y químico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de fase.</li> <li>• Ecuación isoterma de reacción.</li> <li>• Influencia de la temperatura en el equilibrio.</li> </ul>
	Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción.</li> <li>• Energía de activación.</li> <li>• Presión de vapor saturado.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuación de Nernst.</li> <li>• Conductancia equivalente, variación con la temperatura.</li> </ul>
7. Temperatura absoluta.	Termodinámica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variación del calor de reacción con la temperatura.</li> <li>• Energía libre de Gibbs y Helmholtz.</li> <li>• Propiedades termodinámicas.</li> </ul>
	Equilibrio físico y químico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grados de libertad.</li> <li>• Diagrama temperatura – solubilidad para el sistema sacarosa – agua.</li> <li>• Influencia de la temperatura en el equilibrio.</li> </ul>
	Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción.</li> <li>• Movimiento Browniano influencia de la temperatura.</li> </ul>
	Electroquímica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuación de Nernst.</li> </ul>

Nombre de la asignatura y Tema	Unidad de Química – Física con la que se relaciona	Concepto de Química - Física
<b>Química Orgánica.</b>		
<p>Tema 4: Carbohidratos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancia ópticamente activa.</li> <li>• Estructura de la glucosa y la fructuosa.</li> <li>• Disacáridos.</li> <li>• Hidrólisis de la sacarosa.</li> <li>• Mutarrotación de la glucosa.</li> </ul>	<p>Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacción de primer orden.</li> <li>• Catálisis homogénea. (Inversión de la sacarosa en medio ácido)</li> </ul>
<b>Fitotécnia de la Caña de Azúcar.</b>		
<p>Tema 2: Terrenos para el cultivo de la caña de azúcar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El pH apropiado para el desarrollo de las plantas.</li> </ul>	<p>Electroquímica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de pH en una disolución aplicando el método potenciométrico.</li> </ul>
<b>Operación Unitaria.</b>		
<p>Tema 2: Balance de masa y energía.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de conservación de la masa.</li> <li>• Calor sensible y calor latente.</li> </ul>	<p>Termodinámica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calor, energía, ley de conservación y transformación de la energía.</li> </ul>
<p>Tema 3: Fundamentos del flujo de fluidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades físicas de los fluidos.</li> <li>• Presión osmótica.</li> <li>• Tensión superficial.</li> <li>• Viscosidad.</li> </ul>	<p>Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensión superficial.</li> <li>• Energía superficial.</li> <li>• Viscosidad.</li> </ul>
<p>Tema 5: Separaciones mecánicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sedimentación.</li> <li>• Floculantes.</li> </ul>	<p>Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades cinético – moleculares de los sistemas coloidales.</li> <li>• Coagulación de los coloides liófilos. Floculantes.</li> </ul>

Nombre de la asignatura y Tema	Unidad de Química – Física con la que se relaciona	Concepto de Química - Física
<b>Química Orgánica.</b>		
Tema 8: Fundamentos de la transferencia de calor. <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecanismos de transmisión de calor.</li> <li>Conductividad térmica.</li> </ul>	Termodinámica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calor, energía. Ley de conservación y transformación de la energía.</li> </ul>
Tema 11: Generalidades de vapor. <ul style="list-style-type: none"> <li>Combustión.</li> <li>Combustión completa.</li> </ul>	Termodinámica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calor, entalpía, calor de combustión.</li> </ul>
Tema 12: Evaporación. <ul style="list-style-type: none"> <li>Elevación de la temperatura de ebullición debido a la presencia de sólidos.</li> </ul>	Termodinámica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades termodinámicas.</li> <li>Aumento de la temperatura de ebullición.</li> </ul>
Tema 15: Fundamentos de la temperatura de masa. <ul style="list-style-type: none"> <li>Equilibrio entre las fases.</li> </ul>	Equilibrio físico y químico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase, componentes, grado de libertad.</li> <li>Regla de la fase de Gibbs.</li> </ul>
Tema 17: Extracción líquido – líquido. <ul style="list-style-type: none"> <li>Relación entre fases.</li> <li>Diagramas triangulares.</li> </ul>	Equilibrio físico y químico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase, componentes, grado de libertad.</li> <li>Regla de las fases.</li> <li>Diagrama de fases.</li> </ul>
<b>Química General</b>		
Tema 3: Termoquímica. <ul style="list-style-type: none"> <li>Ecuación termoquímica.</li> <li>Diagrama energético.</li> </ul>	Termodinámica coloidal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calor de formación.</li> <li>Calor de combustión.</li> <li>Entalpía.</li> </ul>
Tema 4: Disoluciones. <ul style="list-style-type: none"> <li>Tipos de dispersiones.</li> <li>Solubilidad.</li> </ul>	Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coloides.</li> <li>Estado líquido.</li> <li>Características.</li> </ul>
Tema 5: Cinética Química. <ul style="list-style-type: none"> <li>Velocidad de reacción.</li> <li>Influencia de la temperatura en la velocidad de reacción.</li> <li>Influencia de la luz en la velocidad de las reacciones.</li> </ul>	Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Orden de reacción.</li> <li>Ecuación de Arrhenius.</li> <li>Reacciones fotoquímicas.</li> <li>Ley del equivalente fotoquímico. Fotosíntesis.</li> </ul>

Nombre de la asignatura y Tema	Unidad de Química – Física con la que se relaciona	Concepto de Química - Física
<p>Tema 6: Equilibrio químico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado de equilibrio.</li> <li>• Constante de equilibrio en función de las concentraciones.</li> </ul>	<p>Equilibrio físico y químico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo de la constante de equilibrio utilizando como dato <math>\Delta G</math>.</li> <li>• Influencia de la temperatura en la constante de equilibrio.</li> </ul>
<p>Tema 7: Electroquímica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza Electromotriz.</li> <li>• Potencial de electrodo.</li> <li>• Parámetro termodinámicos en las pilas químicas.</li> </ul>	<p>Electroquímica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrodo de referencia.</li> <li>• Determinación de pH aplicando el método potenciométrico de análisis.</li> </ul>
<p><b>Análisis Químico Cuantitativo e Instrumental.</b></p>		
<p>Tema 4: Volumetría.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de pH en los puntos significativos de la</li> </ul>	<p>Electroquímica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de pH aplicando el método potenciométrico de análisis.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumetría de oxidación – reducción.</li> </ul>	<p>Electroquímica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencial de electrodos.</li> <li>• Ecuación de Nernst.</li> </ul>
<p>Tema 6: Conductimetría.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conductancia de las disoluciones electrolíticas.</li> <li>• Valoraciones conductimétricas.</li> </ul>	<p>Electroquímica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conductancia específica.</li> <li>• Conductancia equivalente.</li> <li>• Aplicaciones de las medidas conductimétricas.</li> </ul>
<p>Tema 7: Potenciometría.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrodo de referencia.</li> <li>• Electrodo de vidrio.</li> <li>• Potencial de electrodo.</li> </ul>	<p>Electroquímica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinaciones de pH haciendo uso del método potenciométrico de análisis.</li> </ul>

Nombre de la asignatura y Tema	Unidad de Química – Física con la que se relaciona	Concepto de Química - Física
<b>Matemática</b>		
Tema 1: Trabajo con variables. • Despeje de fórmulas. • Ecuaciones lineales.	Termodinámica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento ebulloscópico.</li> <li>• Calor de reacción.</li> </ul>
	Equilibrio químico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constante de equilibrio.</li> </ul>
Tema 2: Funciones afines. • Pendientes.	Equilibrio físico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparación entre los diagramas de fase del agua y el dióxido de carbono.</li> </ul>
	Cinética química.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden de reacción, método gráfico.</li> </ul>
Tema 3: Cálculo numérico.	Termodinámica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calor de reacción, variación de entropía para una reacción, aumento ebulloscópico y descenso crioscópico.</li> </ul>
Tema 4: Ecuaciones exponenciales y	Cinética.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuación para una reacción de primer orden.</li> <li>• Ecuación de Arrhenius.</li> </ul>
	Electroquímica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuación de Nernst.</li> <li>• Determinación de pH.</li> </ul>

## Asignaturas posteriores a Química – Física.

Asignatura y Tema	Asignatura y Tema	Conceptos
<b>Química - Física</b>	<b>Tecnología Azucarera</b>	
Tema: Cinética. Fenómenos superficiales. Estado coloidal. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden de reacción.</li> <li>• Clasificación de las reacciones según su orden.</li> </ul>	Tema 2: Estudio de la sacarosa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacción de inversión de la sacarosa.</li> </ul>
Tema: Electroquímica. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación del pH aplicando el método potenciométrico de análisis.</li> </ul>	Tema 5: Purificación del guarapo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis a jugo primario y jugo mezclado, determinación de pH.</li> </ul>
Tema: Cinética. Fenómenos superficiales. Estado coloidal. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Influencia de la temperatura en la velocidad de reacción.</li> <li>• Reacción de pseudo primer orden.</li> <li>• Coagulación de los coloides liófilos.</li> </ul>	Tema 6: Purificación del guarapo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La temperatura en el proceso de purificación.</li> <li>• Pérdidas de sacarosa por inversión.</li> <li>• Uso de polielectrolitos en la clarificación.</li> </ul>
Tema: Termodinámica. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calor.</li> <li>• Energía.</li> </ul> Tema: Equilibrio físico y químico. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase.</li> <li>• Componente.</li> <li>• Grados de libertad.</li> </ul>	Tema: Evaporación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaporación a simple y múltiple efecto.</li> </ul>
Tema: Cinética. Fenómenos superficiales. Estado coloidal. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado líquido.</li> </ul> Características.	Tema 10: Centrifugación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores que influyen en la centrifugación. (Viscosidad)</li> </ul>
<b>Química - Física</b>	<b>Análisis Azucarero</b>	
Tema: Cinética. Fenómenos superficiales. Estado coloidal. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacciones de pseudo primer orden.</li> </ul>	Tema 4: Análisis de jugo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de reductores.</li> </ul>

Asignatura y Tema	Asignatura y Tema	Conceptos
<p>Tema: Electroquímica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de pH aplicando el método potenciométrico.</li> </ul>	Tema 4: Análisis de jugo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de pH a productos intermedio de la producción azucarera.</li> </ul>
<p>Tema: Electroquímica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de pH aplicando el método potenciométrico.</li> </ul>	Tema 6: Aguas de la fábrica y residuales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de pH a las aguas de las calderas, aguas de retorno y condensadores.</li> </ul>
<p>Tema: Electroquímica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de pH aplicando el método potenciométrico.</li> </ul> <p>Tema: Cinética.</p> <p>Fenómenos superficiales.</p> <p>Estado coloidal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacciones de inversión de la sacarosa en medio ácido.</li> </ul>	Tema 7: Productos de alta densidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de pH a la meladura.</li> <li>• Determinación de reductores.</li> </ul>
<p>Tema: Electroquímica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas de conductancia.</li> </ul> <p>Aplicaciones.</p>	Tema 7: Productos de alta densidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de cenizas.</li> </ul>
<p>Tema: Electroquímica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de pH aplicando el método potenciométrico.</li> </ul>	Tema 9: Refinería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de pH a licores y azúcar refinada.</li> </ul>
<p>Tema: Cinética.</p> <p>Fenómenos superficiales.</p> <p>Estado coloidal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacción de inversión de la sacarosa.</li> </ul>	Tema 9: Refinería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de reductores.</li> </ul>
<p>Tema: Electroquímica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicaciones de las medidas conductimétricas.</li> </ul>	Tema 9: Refinería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de cenizas.</li> </ul>
<p>Tema: Cinética.</p> <p>Fenómenos superficiales.</p> <p>Estado coloidal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adsorción.</li> <li>• Tipos de adsorción.</li> <li>• Adsorción en solución.</li> </ul>	<p>Tema 10: Materiales auxiliares.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carbón vegetal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adsorción de impurezas en los licores por el carbón activado.</li> </ul>

Asignatura y Tema	Asignatura y Tema	Conceptos
Química - Física	Microbiología	
Tema: Cinética. Fenómenos superficiales. Estado coloidal. • Influencia de la temperatura en la velocidad de las reacciones.	Tema: Los microorganismos en la industria fermentativa.	• Influencia del pH y la temperatura en la actividad de microorganismos.
Tema: Termodinámica. • Propiedades termodinámicas. (Presión osmótica)	Tema: Los microorganismos en la industria fermentativa.	• Procesos osmóticos difuncionales.
Tema: Cinética. Fenómenos superficiales. Estado coloidal. • Catálisis. Tipos de catálisis.	Tema: Enzimas.	• Funciones de las enzimas. Importancia.

### Asignaturas simultáneas con Química – Física.

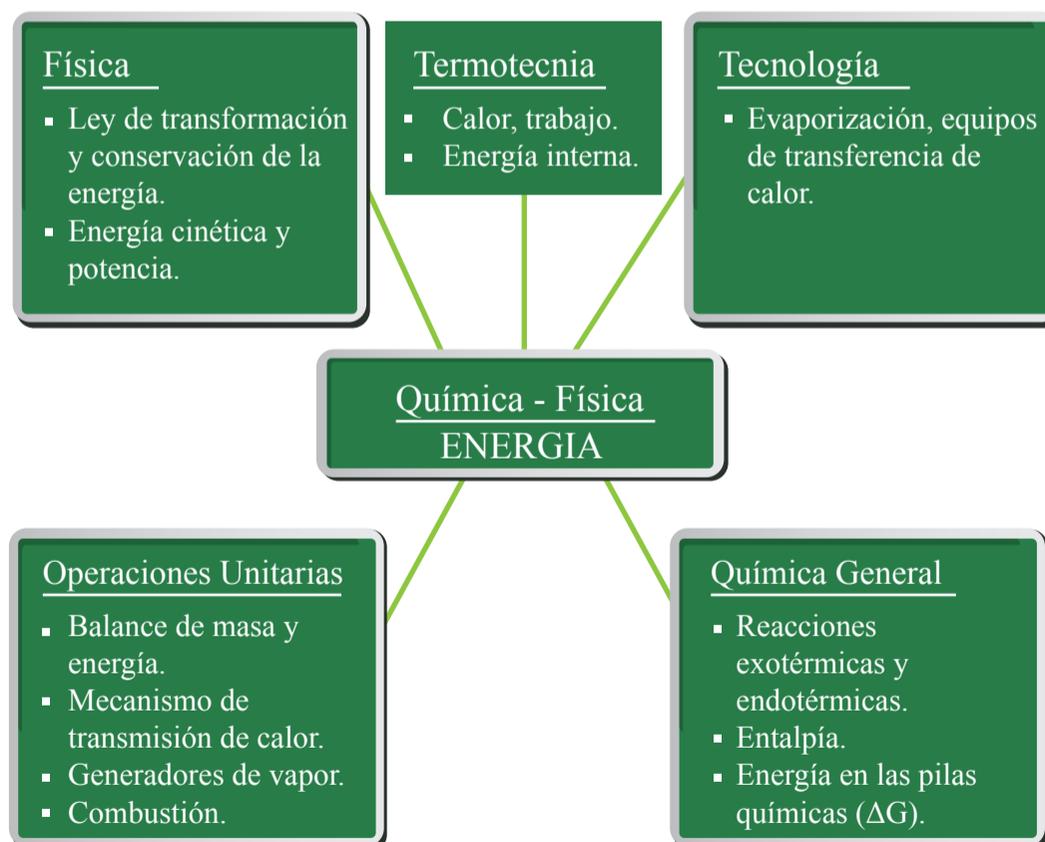
Asignatura y Tema	Asignatura y Tema	Conceptos
Termotécnia	Química – Física	
Tema 2: Primera ley de la termodinámica. • Calor y trabajo. • Energía interna. • Relación entre Cp y Cv. • Entalpía.	Tema: Termodinámica.	• Primer principio de la termodinámica. • Ley de Hess. • Cálculo de calor en las reacciones químicas.
Tema 3: Segunda ley de la termodinámica. • Entropía.	Tema: Termodinámica.	• Variación de entropía. • Propiedades de la entropía. • Criterio de espontaneidad. • Ecuación de Gibbs – Helmholtz.
Tema 4: Sistema líquido – vapor. • Temperatura y presión crítica.	Tema: Equilibrio físico y químico.	• Equilibrio líquido – vapor en sistemas de los componentes. (Líquidos parcialmente miscibles) • Mezcla azeotrópica.

## 2.2 Nodos interdisciplinarios de conceptos.

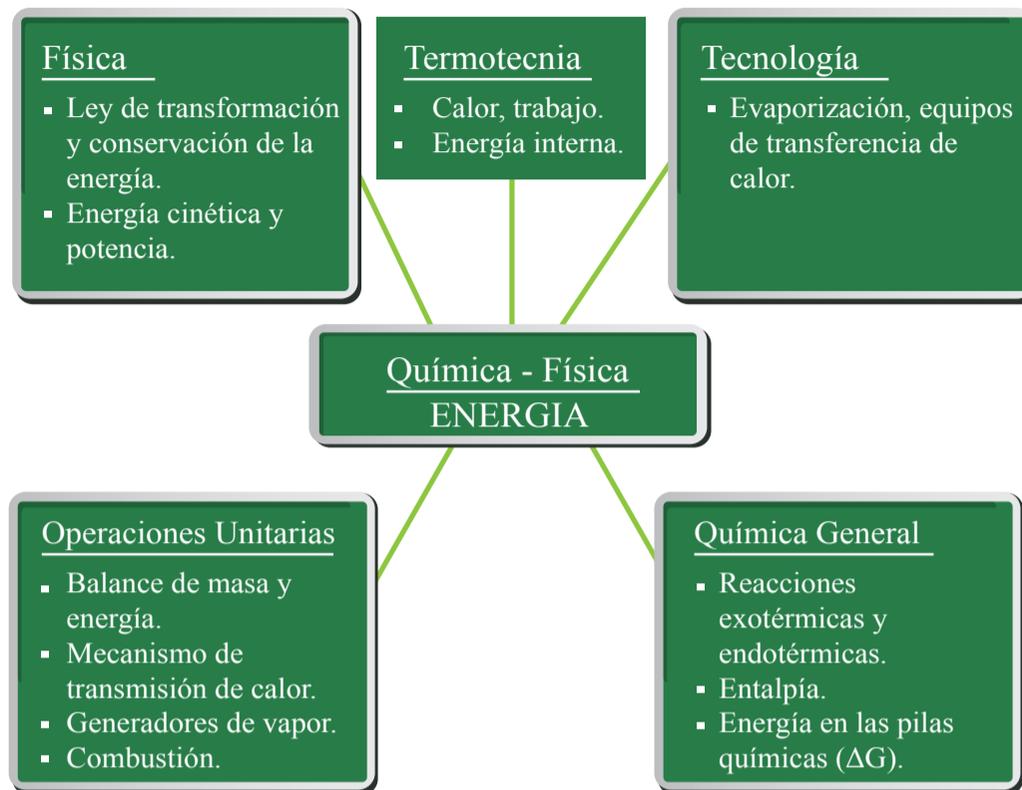
El concepto de nodo cognitivo entendido como punto o acumulación de información entorno a un conocimiento que puede ser recuperado, aplicado, modificado o transformado, permite y facilita la planificación de actividades de carácter interdisciplinario contribuyendo al logro de objetivos formativos del programa. Se determina a partir de dos requerimientos básicos, uno de ellos es la precisión de los elementos del conocimiento de las disciplinas con los cuales se va a establecer la interdisciplinaridad y el otro es el análisis del contenido objeto de estudio en un momento dado, para que en función de ello se forme un nodo interdisciplinario u otro. A continuación se describen algunos ejemplos de nodos interdisciplinarios generales en la asignatura Química – Física que pueden a su vez interactuar dialécticamente entre sí.

### Unidad 1. Termodinámica.

#### Ejemplo #1



## Ejemplo #2



## Unidad 2: Equilibrio físico y químico.

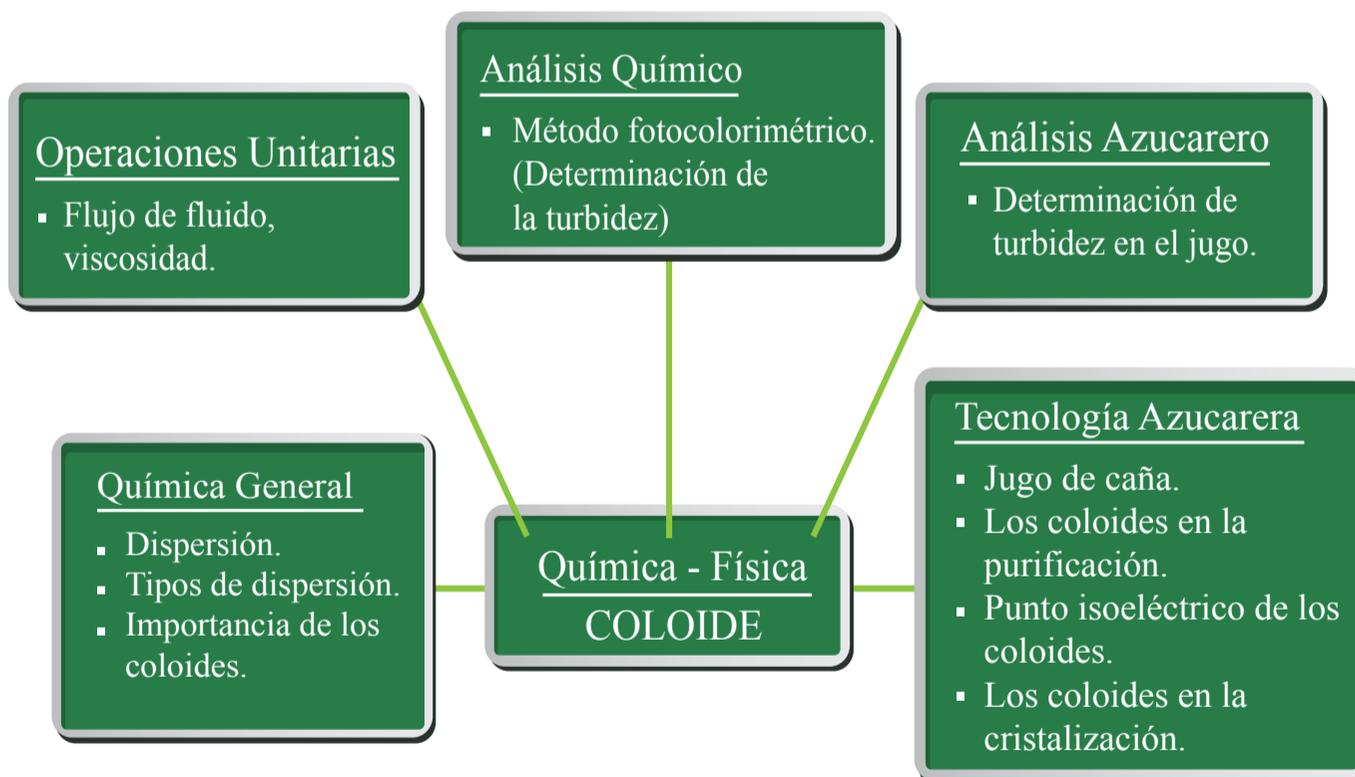
### Ejemplo #3



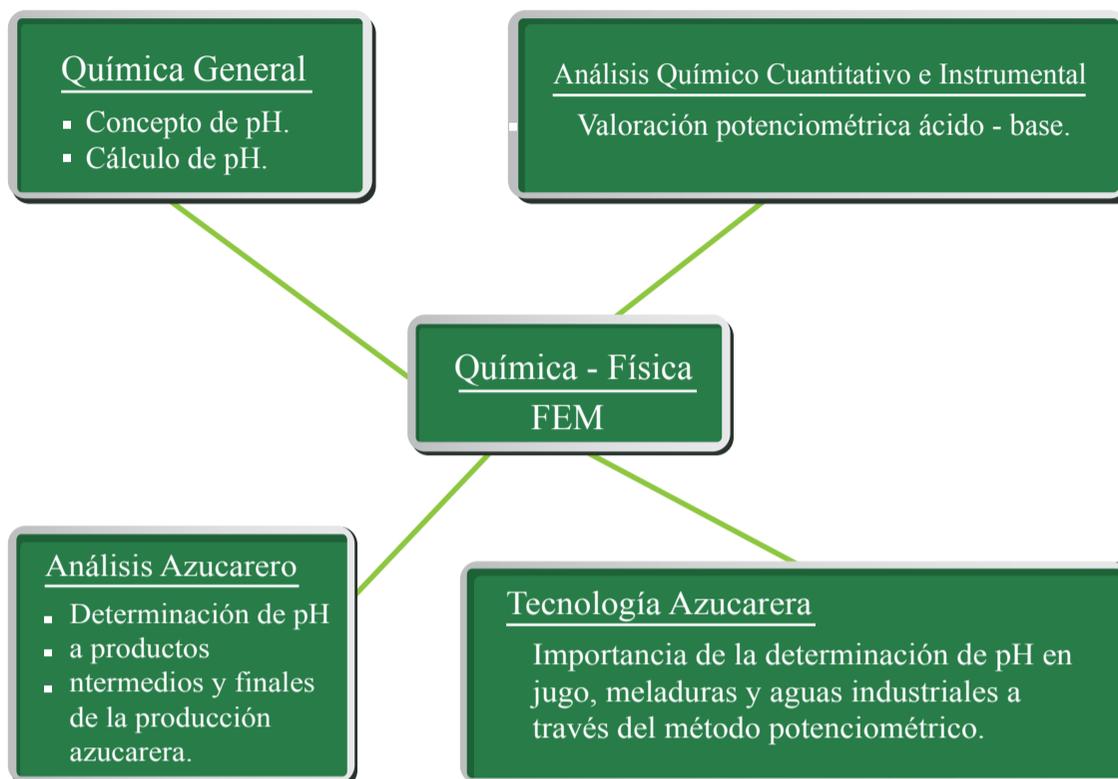
Unidad 3: Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.  
Ejemplo #4



Ejemplo #5



## Unidad 4: Electroquímica. Ejemplo #6



### 2.3 Rediseño del programa de Química-Física.

El programa vigente en las asignaturas Química-Física para la especialidad de Fabricación de Azúcar se relaciona en las siguientes unidades:

No.	Unidad
1	Introducción
2	Teoría cinético - molecular de los estados líquidos y sólidos
3	Termodinámica Química
4	Disoluciones
5	Equilibrio de fases
6	Cinética Química
7	Equilibrio Químico
8	Disolución electrolíticas y conductancia
9	Potenciales de electrodos y fuerza electromotrices

### Conclusiones

La evaluación de la asignatura se planificó con dos trabajos de control y un examen final.

En la unidad número uno se aborda con profundidad las características de los estados líquidos y sólidos, en el caso de este último vuelve a tratar de la misma forma en la segunda unidad del programa de Tecnología Azucarera, no se precisan algunos de los fenómenos superficiales que resultan importantes en la industria azucarera como tensión superficial.

Lo referido a la termodinámica es muy amplio, aborda la primera

y segunda ley y los potenciales termodinámicos, la definición de la función entalpía, ley de Hess y aplicaciones de la misma en el cálculo de los calores de reacción. La ecuación de Kirchhoff resulta difícil que los estudiantes la utilicen pues en matemática no reciben cálculo integral.

En la unidad titulada Disolución Electrolítica y Conductancia Electrolítica, se imparte por separado de Potenciales de Electrodo y Fuerzas Electromotrices a pesar de la estrecha relación que tienen sus contenidos.

El estudio de las propiedades coligativas de las disoluciones es parte del contenido de la unidad Disoluciones y pueden estudiarse dentro de la termodinámica, considerándolos como propiedades termodinámicas.

El contenido relacionado con diagramas de equilibrio para disoluciones binarias, presión y composición de la fase líquida, composición de la fase de vapor y destilación de disoluciones líquidas binarias es tratado en la unidad Disoluciones, aspectos que se relaciona con la número cinco de equilibrio en fase y se imparten por separado.

No se tiene en cuenta en el programa el estudio de las dispersiones coloidales, este aspecto del contenido tiene estrecha relación con la unidad purificación de jugos en la asignatura Tecnología Azucarera recibida posteriormente a la Química-Física y es básico para comprender los problemas de altas viscosidades en los jugos y mieles en la industria.

Por otra parte los laboratorios que se proponen en cada unidad carecen de relación con la especialidad, cuestión esta que no

contribuye a la motivación de los estudiantes para su realización.

El programa sin rediseñar carece de relaciones con otras asignaturas, sistemas de habilidades, valores, sistemas de métodos y medios de enseñanza. Al aplicar el método matricial al programa completo se obtuvo como resultado, que existen diez conceptos que no precisan de otros para su introducción observándose muy poca relación entre los conceptos, independientemente que ningún concepto se encuentra por encima de la línea diagonal. (Anexo 1)

Debido a los aspectos señalados y con el objetivo de perfeccionar la calidad del egresado se propone el programa para la asignatura Química-Física rediseñado teniendo en cuenta los principios científicos-pedagógicos y didácticos, considerando el carácter politécnico y laboral de la educación, los avances de la ciencia y la técnica y los fenómenos ideológicos y sociales de la escuela.

### Propuesta:

Unidad 1: Termodinámica.

Unidad 2: Equilibrio Físico-Químico.

Unidad 3: Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.

Unidad 4: Electroquímica.

Tabla 2.1: Programa de Química-Física sin rediseñar y rediseñado.

Sin Rediseñar					Rediseñado				
No	Unidad	Teoría	Pract.	Total	No	Unidad	Teoría	Pract.	Total
1	Introducción	1		1	<u>1</u>	Termodinámica	6	14	20
2	Teoría cinético-molecular de los estados líquidos y sólidos.	11	2	13	<u>2</u>	Equilibrio físico y químico	8	12	20
3	Termodinámica Química	13	2	15	<u>3</u>	Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal	12	13	25
4	Disoluciones	11	2	13	<u>4</u>	Electroquímica	5	10	15
5	Equilibrio de fases	6		6					
6	Cinética Química	7	2	9					
7	Equilibrio Químico	5		5					
8	Disoluciones electrolíticas y conductancia	5		5					
9	Potenciales de electrodos y fuerzas electromotrices	5	2	7					
	Consolidación		6	6					
	<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>16</b>	<b>80</b>		<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>49</b>	<b>80</b>

### Aplicación del método matricial al programa rediseñado. Construcción de la pirámide de concepto.

El método matricial utilizado para detectar la existencia o no de la relación entre los conceptos, determinar los círculos viciosos o lógicos y analizar la correcta precedencia de conceptos, se aplicó a las cuatro unidades del programa, los resultados obtenidos se relacionan a continuación:

La matriz 1 (Anexo 2) correspondiente a la unidad termodinámica demuestra que existe un orden racional en la introducción de cada concepto, no existen contradicciones en la precedencia de los mismos y los conceptos calor y energía son los que con mayor incidencia determinan la posibilidad de la introducción de otros.

Matriz 2 (Anexo 3), de la unidad equilibrio físico y químico se obtiene como resultado que todos los conceptos precisan de otros para su introducción existiendo vínculo estrecho entre ellos, todos los elementos se encuentran por debajo de la línea diagonal, esto quiere decir que se introducen en orden lógico. Los conceptos fase y componentes son los que con mayor incidencia determinan las posibilidades de introducir otros.

En la matriz 3 (Anexo 4), correspondiente a la unidad cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal se aprecia que el concepto de velocidad de reacción es el más saturado, no existen contradicciones en la precedencia de los conceptos, existiendo un orden lógico en la introducción de los mismos.

Matriz 4 (Anexo 5), del tema electroquímico se analiza que los conceptos electrodo, potencial de electrodos y potencial electromotriz son conceptos saturados porque se necesita de ellos para introducir otros en la unidad. Hay un orden lógico en la introducción de cada concepto y no hay círculos viciosos.

La pirámide de conceptos nos permite determinar el nivel de asimilación de cada elemento conceptual, precisar en que momento el mismo adquiere su mayor grado de generalización, además conocer la ubicación correcta de un concepto tanto principal como secundario y por tanto establecer los nexos de conceptos entre una misma disciplina o entre disciplinas afines.

En la pirámide de conceptos para cada unidad de programa rediseñado se destacan los conceptos principales, secundarios e idea central y al final se relacionan los conceptos precedentes, es decir aquellos que se necesiten en cada unidad como elemento básico para introducir los otros. (Anexos 2, 3, 4 y 5).

### Objetivo formativo del programa rediseñado.

1. Aplicar conocimiento químico-físicos básicos, orientados a principios científicos de la producción azucarera, a través de las actividades interdisciplinarias para despertar el interés de los estudiantes por esta ciencia, el trabajo creador y el cuidado del medio ambiente.

Tabla 2.2: Formas organizativas en el programa rediseñado.

No.	Unidad	CT	CP	TI	PL	Eval.	Total
1	Termodinámica	6	7	2	4	1	20
2	Equilibrio físico y químico	8	8	2	2		20
3	Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal	12	6	2	4	1	25
4	Electroquímica	5	4	2	4		15
	Total	31	25	8	14	2	80

### Simbología.

CT	Clase Teórica
CP	Clase Práctica
TI	Taller Interdisciplinario

## PL Práctica de Laboratorio

**Objetivo. Sistema de conocimientos y habilidades por unidades.****Unidad 1: Termodinámica.**

**Objetivo:** Aplicar la primera y segunda ley de la termodinámica a las distintas etapas del proceso de fabricación de azúcar utilizando actividades interdisciplinarias.

**Sistema de conocimientos:**

Objeto de estudio de la Química-Física. Importancia. Relación con otras ciencias. Termodinámica. Calor. Trabajo y energía interna. Ley de conservación y transformación de la energía. Primer principio de la termodinámica. Capacidad calórica molar a presión y volumen constante. Relación entre ambas.

Entalpía. Ecuaciones termoquímicas. Calor de formación y calor de combustión. Ley de Hess. Aplicaciones. Variación del calor de reacción con la temperatura. Ecuación de Kirchhoff. Segundo principio de la termodinámica. Entropía. Energía libre de Gibbs. Criterio de espontaneidad. Energía libre de Helmholtz. Interpretación. Otras propiedades termodinámicas. Descenso de la presión de vapor. Elevación de la temperatura de ebullición. Descenso de la temperatura de solidificación. Presión osmótica.

**Sistema de habilidades.**

1. Calcular el calor en las reacciones químicas a partir de datos termodinámicos.

2. Calcular la variación de entropía en las reacciones químicas a partir de datos termodinámicos.
3. Interpretar el valor de  $\Delta G$  al aplicar la ecuación de Gibbs-Helmholtz.
4. Determinar experimentalmente la masa molar de la sacarosa aplicando el método ebullioscópico.
5. Determinar experimentalmente el calor de disolución de una sal problema ( $\text{NaNO}_3$ )
  - Para el logro de estas habilidades hay ejercicios interdisciplinarios para realizarlos en clase y de forma independiente, un taller interdisciplinario, una tarea investigativa y un trabajo de control parcial.

### Sistema de métodos de enseñanza:

Explicativo – ilustrativo, problémico, por problemas, elaboración conjunta, trabajo independiente y experimental.

### Sistema de medios de enseñanza:

Pizarrón, retrotransparencia, retroproyector, pancartas y textos de consulta.

### Unidad 2: Equilibrio físico y químico.

#### Objetivos:

1. Aplicar la regla de las fases de Gibbs a sistemas

unicomponentes y bicomponentes analizando las características de los diagramas de estado para conocer las propiedades de estos sistemas.

2. Calcular la constante de equilibrio de una reacción química a partir del conocimiento del valor de la energía libre de Gibbs explicando la influencia de los factores externos sobre el equilibrio.

### Sistema de conocimientos:

Fase, componente y grado de libertad de un sistema en equilibrio. Regla de las fases. Diagrama de fases en sistema unicomponentes (agua y dióxido de carbono). Reacciones en equilibrio. Diagrama de temperatura contra composición para el sistema sacarosa-agua. Sistemas bicomponentes. Equilibrio líquido. Vapor en sistemas de dos componentes (líquidos parcialmente miscibles). Mezcla azeotrópica. Equilibrio químico. Avance de la reacción constante de equilibrio. Ecuación isoterma de reacción ( $\Delta G$ ) Significado físico. Importancia. Constante de equilibrio termodinámico. Influencia de la temperatura sobre el equilibrio. Ecuación de Vant' Hoff. Cálculo de la constante de equilibrio utilizando la variación de energía libre para la reacción.

### Sistema de habilidades.

1. Aplicar la regla de las fases de Gibbs a diferentes procesos y reacciones químicas.
2. Interpretar los diagramas de fase en sistemas unicomponentes y bicomponentes.

3. Calcular  $\Delta G$  aplicando la ecuación isoterma de reacción.
4. Calcular la constante de equilibrio de las reacciones químicas a partir de la energía libre de Gibbs.
5. Realizar experimentalmente la destilación fraccionada para el sistema etanol-agua.
  - Para lograr desarrollar estas habilidades hay actividades interdisciplinarias para realizarlas en clases de ejercitación, tareas independientes. Se propone un taller interdisciplinario y un laboratorio interdisciplinario.

### Sistema de métodos de enseñanza:

Explicativo – ilustrativo, elaboración conjunta, trabajo independiente y experimental.

### Sistema de medios de enseñanza:

Pizarrón, retrotransparencia, retroproyector y textos de consulta.

### Unidad 3: Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.

**Objetivo:** Aplicar las leyes y conceptos de la cinética química, los fenómenos superficiales y el estado coloidal a las distintas etapas del proceso azucarero a través de actividades interdisciplinarias para profundizar en los conocimientos tecnológicos de la industria.

### Sistema de conocimientos:

Velocidad de reacción. Expresión de la ley de velocidad. Orden y

molecularidad de las reacciones químicas. Clasificación de los reacciones según su orden. Reacción de pseudo primer orden. Inversión de la sacarosa en medio ácido. Efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción. Energía de activación. Ecuación de Arrhenius. Catálisis. Distintos tipos de catálisis. Reacciones fotoquímicas. Ley del equivalente fotoquímico. Fotosíntesis. Estado líquido. Características. Viscosidad. Presión de vapor saturado y tensión superficial. Adsorción. Tipos de adsorción. Adsorción en solución. Estado coloidal. Clasificación de los coloides. Coloides liófilos y liófilos. Propiedades cinético-moleculares de los sistemas coloidales. Propiedades ópticas de los coloides. Fenómenos electrocinéticos. Coagulación de los coloides liófilos. Uso de floculantes. Geles. Emulsiones y suspensiones.

### Sistema de habilidades.

1. Determinar experimentalmente el orden de la reacción de inversión de la sacarosa en medio ácido.
2. Explicar el efecto de la temperatura en la velocidad de reacción a partir de la ecuación de Arrhenius.
3. Explicar los tipos de catálisis y destacar la adsorción como un fenómeno superficial.
4. Explicar las propiedades cinéticas, ópticas y eléctricas de los coloides.
5. Determinar experimentalmente la coagulación de los sistemas coloidales.
  - Para el desarrollo de estas se propone la realización de

actividades interdisciplinarias, un taller interdisciplinario, una actividad investigativa, un trabajo de control parcial, un trabajo extraclases y dos prácticas de laboratorio interdisciplinario.

### Sistema de métodos de enseñanza

Explicativo – ilustrativo, trabajo independiente, experimental, búsqueda parcial.

### Sistema de medios de enseñanza

Película educativa, pizarrón, retrotransparencia, pancartas y textos de consulta.

### Unidad 4: Electroquímica

**Objetivo:** Aplicar los procesos electroquímicos al proceso de fabricación de azúcar para ampliar los conocimientos técnicos de los alumnos.

#### Sistemas de conocimiento:

Electroquímica. Su importancia. Electrodo tipo. Representación. Potencial de electrodo. Ecuación de Nernst. Fuerza electromotriz de celdas químicas. Aplicación. Electroodos de referencia. Electrodo de vidrio. Aplicaciones de las medidas potenciométricas. Determinación de pH. Disoluciones electrolíticas. Teoría de Arrhenius. Conductancia específica de las disoluciones electrolíticas. Conductancia equivalente. Variación con la concentración y la temperatura. Medidas de conductancia. Aplicaciones.

#### Sistema de habilidades.

1. Analizar y explicar el mecanismo de las pilas químicas.
2. Calcular la FEM de una celda galvánica, potenciales de electrodos reversibles en celdas reversibles a partir de la ecuación de Nernst.
3. Determinar experimentalmente el pH a distintas muestras de jugo de caña o soluciones azucaradas aplicando el método potenciométrico de análisis.
4. Explicar el comportamiento de los electrodos débiles u fuertes a partir de análisis de conductividad equivalente.
5. Determinar experimentalmente la concentración de una disolución electrolítica haciendo medidas de conductancia.
  - Para desarrollarlas hay concebido clases prácticas, un taller interdisciplinario, dos laboratorios interdisciplinarios y una tarea investigativa.

### Sistema de métodos de enseñanza

Heurístico, experimental, por problemas y trabajo independiente.

### Sistema de medios de enseñanza

Pizarrón, retroproyector, instrumentos de laboratorio y textos de consulta.

### Sistema de valores.

Para lograr la formación de profesionales con perfil amplio, con plena conciencia de sus deberes y responsabilidades y con una profunda formación técnica y práctica, debe existir un nexo indisoluble

entre lo instructivo y educativo, por tanto su formación debe estar encaminada a que tengan buenos hábitos de conducta, portadores de valores éticos en su actividad habitual, firmes en sus convicciones e identificados con los valores de identidad cultural, honestidad, solidaridad, cuidado del medio ambiente.

A través de la asignatura se puede contribuir entre otros al desarrollo de valores como:

- Laboriosidad.
- Solidaridad
- Responsabilidad
- Cuidado del medio ambiente.

La laboriosidad puede desarrollarse al conocer el concepto de energía y de ley de conservación de la energía en el estudio de la primera ley de termodinámica, destacando cuanto se hace en nuestro país, cuanto se trabaja para ahorrar energía, el trabajo destacado de la ANIR en inversiones industriales, el uso del bagazo en sustitución del petróleo para la molienda en los centrales azucareros, etc.

**Solidaridad:** a través de la realización de talleres interdisciplinarios donde se produce un estrecho contacto profesor-alumno en un ambiente que trasciende el formalismo y se expande más allá, en la labor extradocente donde se abren espacios para el análisis, la búsqueda del respeto a la opinión ajena, la aplicación de métodos de discusión adecuados y la cooperación en la construcción de los aprendizajes y valores que tipifican al hombre socialista.

**Responsabilidad:** puede desarrollarse dando a los estudiantes ejemplos que demuestren la importancia de medir con precisión parámetros como presión, temperatura, pH, índice de sobresaturación, etc. en la industria azucarera, lo que permite valorar la eficiencia de los resultados productivos. No todo el personal técnico encargado de hacer estas mediciones lo hace con responsabilidad.

**Cuidado del medio ambiente:** a través de las clases se introducen datos en los que pueden apreciarse el aprovechamiento económico de residuales industriales como la cachaza, metano y bagazo en la industria azucarera, uso de tecnologías para el tratamiento de la contaminación. El uso eficiente de la energía y recursos naturales. Desarrollarles conciencias del cuidado del medio ambiente porque los estudiantes son trabajadores de la industria azucarera y se debe aspirar a una conducta responsable en este sentido.

### Análisis metodológico por unidades.

#### Unidad 1: Termodinámica.

Se definirán los conceptos valor, trabajo y energía interna para que sirva de base a la explicación de la ley de conservación y transformación de la energía y al tratamiento del primer principio de la termodinámica.

La definición de entalpía como una nueva función de estado debe hacerse teniendo en cuenta que surge producto de la necesidad de evaluar el calor a presión constante.

Deben utilizarse ejemplos que ilustren la ley de Hess, que permitan llegar a la conclusión que el calor involucrado en una reacción que ocurra bajo condiciones de presión y temperaturas constantes no

depende de la trayectoria solo de los estados iniciales y finales del sistema.

La ecuación de Kirchhoff debe presentarse destacando su utilidad en el cálculo del calor de reacción cuando existen variaciones de temperatura, no hacer deducciones matemáticas.

El segundo principio de la termodinámica debe enunciarse y ser interpretado. Hacer un análisis de la función entropía, sus propiedades así como de la energía libre de Gibbs y de Helmholtz. Aplicar la ecuación de Gibbs-Helmholtz en el pronóstico de la dirección de diferentes procesos, pueden hacerse algunos ejercicios de cálculo utilizando esta ecuación.

Las propiedades termodinámicas se abordarán todas con profundidad prestando especial atención a la elevación de la temperatura de ebullición porque es objeto de una práctica de laboratorio, además en su futura labor profesional el método ebulloscópico basado en esta propiedad es aplicado en el área de cristalización de azúcar.

Otra práctica de laboratorio propuesta es la determinación del calor de disolución de una sal problema ( $\text{NaNO}_3$ ). Aquí el estudiante tiene posibilidades de aplicar los conocimientos termodinámicos y conceptos como calor y energía.

El taller interdisciplinario correspondiente a este tema "La energética en el proceso azucarero", debe hacerse al finalizar la unidad de forma que el estudiante pueda relacionar los contenidos, adquiriera mayor información y disponga de tiempo para buscar los datos que necesita, y orientarse al concluir el estudio del primer principio de la termodinámica. Los equipos no

mayores de cuatro estudiantes.

La actividad investigativa debe orientarse cuando concluya el estudio del segundo principio de la termodinámica.

Los problemas interdisciplinarios número 1, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 14 y 15 pueden realizarse en clases prácticas y los 2, 5, 7, 11, 13 deben orientarse como tarea porque requieren de búsqueda de datos en tablas y libros de consulta.

## Unidad 2: Equilibrio físico y químico.

Los conceptos fase, componente y grados de libertad deben ser definidos, pueden ponerse ejemplos de sistemas monofásicos, bifásicos y trifásicos así como sistemas de uno, dos y tres componentes. Cuando se habla de estos últimos puede ponerse el ejemplo del sistema sacarosa-agua, analizar sus características y presentar su diagrama de estado.

El diagrama de estado del agua se explica haciendo énfasis en la determinación del número de grados de libertad, aplicando la regla de las fases de Gibbs. Se tiene en cuenta que, en el proceso de fabricación de azúcar, específicamente la etapa de cristalización del jugo y de la meladura, el agua líquida pasa a la fase de vapor y se condensa posteriormente experimentando un nuevo cambio de estado, de vapor a líquido.

Cuando se aborda el equilibrio líquido – vapor en sistemas de dos componentes debe precisarse el concepto de mezcla azeotrópica, azeótropo. Se propone una práctica de laboratorio sobre destilación fraccionada para el sistema etanol – agua destacando la importancia de este proceso para la obtención de alcoholes a partir de la

fermentación de mieles como parte del proceso de diversificación de la industria azucarera.

El concepto de equilibrio químico se definirá con profundidad así como las características del estado de equilibrio químico, la ecuación isoterma de reacción debe presentarse no deducirse y analizar la importancia para justificar hacia donde se desplaza la posición de equilibrio de cualquier reacción química.

Utilizar la ecuación de Vant' Hoff para analizar influencia de la temperatura sobre el equilibrio.

Los problemas interdisciplinarios número 1, 4, 5, 8, 9 y 11 pueden realizarse en clases prácticas, los 3, 6 y 7 en clases de consolidación y orientar los 2, 10 y 12 como tarea porque necesitan buscar información de asignaturas precedentes o datos en la industria.

El taller interdisciplinario "La destilación. Aplicaciones. Perspectivas actuales", puede hacerse al concluir el contenido relacionado con el equilibrio físico y orientarse cuando se estudie el diagrama de fase.

### Unidad 3: Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.

La definición del concepto de velocidad de reacción es de gran importancia pues es la base para el desarrollo de otros conceptos tales como: orden de reacción, molecularidad, energía de activación, catálisis, etc. Debe clasificarse las reacciones según su orden, es preciso que los estudiantes apliquen la expresión de velocidad para cada uno de los órdenes señalados. Utilizar el ejemplo del proceso de inversión de la sacarosa en medio ácido para las reacciones de primer orden, aunque este es el caso de una reacción bimolecular y su velocidad depende tanto de la concentración de la sacarosa como

la del agua pero la de esta última puede considerarse constante, por eso la reacción es de primer orden.

La reacción de fotosíntesis en las plantas constituye un ejemplo apropiado para reacciones de orden cero porque la velocidad de la misma no depende de la concentración de ninguna sustancia sino de la cantidad de luz absorbida.

Del estado líquido y sus características, la viscosidad, presión de vapor saturado y tensión superficial resulta más importante la viscosidad, lo cual una vez definida debe vincularse con alguno de los factores que aumentan su valor en los jugos de la caña.

La adsorción como fenómeno superficial es de interés fundamentalmente en soluciones líquidas, en la industria azucarera es utilizado el carbón activado para adsorber impurezas en los licores de azúcar (proceso de refinación de azúcar).

El estado coloidal y su clasificación es muy importante para los estudiantes de esta especialidad porque una de las causas que provoca aumento de las viscosidades en los jugos de la caña es la presencia de sustancias de naturaleza coloidal.

Establecer las diferencias entre sistemas liófilos y liófilos para posteriormente analizar la estabilidad y coagulación de los liófilos. Se proponen tres prácticas de laboratorio para realizar dos, dependiendo de las condiciones que tenga el laboratorio.

El taller interdisciplinario "Los coloides enemigos de la fabricación de azúcar", debe hacerse al concluir la unidad, cuando el estudiante ha recibido todo el contenido relacionado con este aspecto y orientarlo al comenzar el estudio del estado coloidal

Hay propuestas dos tareas investigativas, la número 2 que se trata de una actividad experimental, puede hacerse en el laboratorio de la escuela o en el central azucarero y consiste en la determinación de la superficie activa del carbón activado, con su realización el estudiante profundiza en las propiedades adsorbentes del carbón activado y su uso en el proceso de refinación de azúcar.

En la actividad número 3 de las investigativas. (Elaborados por la autora) Página 76, en estos tienen que demostrar que la mutarrotación de la glucosa es un proceso de primer orden a partir de datos obtenidos experimentalmente.

#### Unidad 4: Electroquímica.

Este tema se desarrolla a partir de los conocimientos precedentes que tiene el estudiante de química general sobre oxidación – reducción, pilas químicas y electrólisis.

Debe explicarse qué es un electrodo, los tipos que existen y como se representan, el concepto de potencial de electrodo debe definirse con precisión.

Puede llevarse al aula los electrodos de vidrio y calomel explicando para que se usen en la industria azucarera.

Debe profundizarse en el concepto de pila electroquímica, predicción de la ocurrencia o no de reacciones redox partiendo del valor hallado de  $\Delta G$ , magnitud que fue estudiada en la unidad Termodinámica.

Las definiciones de fuerza electromotriz, la ecuación de Nernst y su aplicación es de gran importancia.

Se propone una práctica de laboratorio para determinar el pH en muestras de jugo de caña o soluciones azucaradas aplicando el método potenciométrico, con su realización el estudiante se vincula con una de las aplicaciones de las mediciones potenciométricas.

Basado en los conocimientos precedentes que tienen los estudiantes sobre electrolitos fuertes y débiles de química general debe profundizarse en el estudio de las disoluciones electrolíticas definiendo los conceptos de conductancia específica y equivalente, variación de la conductancia con la concentración y la temperatura. Analizar cada una de las aplicaciones de las medidas de conductancia y hacer referencia a como en el proceso de cristalización de azúcar se mide conductancia para determinar concentración y conocer el índice de sobresaturación de la masa en el tacho, esto es fundamental para saber cuando comienza la formación y desarrollo de los cristales de sacarosa.

La determinación de la concentración de una disolución electrolítica por medidas de conductancia haciendo una valoración ácido – base, es la segunda práctica de laboratorio y permite que el alumno utilice los métodos tradicionales de análisis químico (método volumétrico), incorporando aspectos nuevos como las medidas de conductancia.

Elaborados por la autora. (Página 64 a la 68) que requieren de mayor análisis y búsqueda de información pueden orientarse para clases de consolidación.

El taller interdisciplinario "Medidas de FEM y sus aplicaciones", puede realizarse al final del tema y orientarlo al comenzar el contenido relacionado con las disoluciones electrolíticas.

**Sistema de evaluación de la asignatura.**

- Primer trabajo de control parcial sobre el tema Termodinámica.
- Segundo trabajo de control parcial sobre el tema Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.
- Trabajo extraclase #1 (Tema 3): Influencia de los coloides en el proceso de purificación de jugos de caña.
- Talleres interdisciplinarios.
  1. La energética en el proceso azucarero.
  2. Los coloides enemigos de la fabricación de azúcar.
  3. Mediciones de FEM y sus aplicaciones.
  4. La destilación. Aplicaciones. Perspectivas actuales.
- Practicas de laboratorio.
  1. Determinación de masa molar de la sacarosa aplicando el método ebulloscópico.
  2. Determinación de calor de disolución de una sal problema ( $\text{NaNO}_3$ ).
  3. Destilación fraccionada para el sistema etanol – agua.
  4. Determinar el orden de reacción del proceso de inversión de la sacarosa en medio ácido.
  5. Determinación de la coagulación de un sistema coloidal

seleccionado.

6. Determinar la concentración de una disolución electrolítica a partir de medidas de conductancia haciendo una valoración conductimétrica ácido – base.

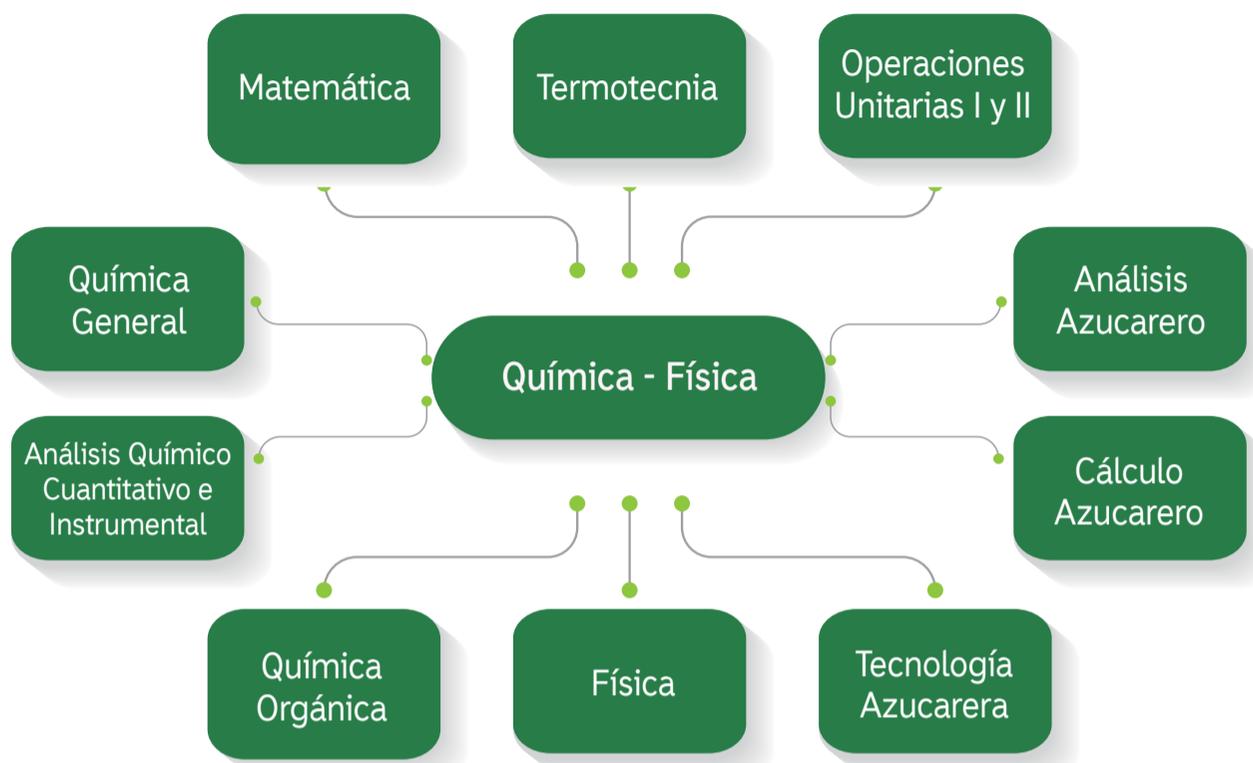
7. Determinar experimentalmente el pH a distintas muestras de jugo de caña o soluciones azucaradas aplicando el método potenciométrico.

- Prueba final escrita.

### Bibliografía

- Daria M.: Introducción a la Química Coloidal. Publicaciones de la Universidad Central de Santa Clara. Cuba. 1983.
- Ramón Sardina Riva: Introducción a la Química – Física. Tomo I, II, III. Editorial de libros para la educación.
- Rafael Acevedo del Monte: Química – Física. Tomo I y II. Edición pueblo y educación.
- Samuel Glastone: Química – Física. Aguilas S.A de educación. Madrid. 1970.

## Vínculo de Química – Física con otras asignaturas del plan de estudio.



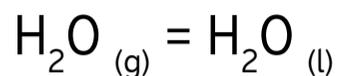
### 2.4 Actividades interdisciplinarias.

Las actividades interdisciplinarias son aquellas que incluyen elementos diferentes del conocimiento que están presentes en los contenidos de las asignaturas del plan de estudio, deben contribuir a la motivación y al carácter desarrollador de la enseñanza en los estudiantes. Puede ser de tipo investigativa, interpretativa o experimental y su solución de tipo práctica o teórica. En el proceso enseñanza-aprendizaje, estas actividades deben estar organizadas para motivar al estudiante y les permita conectar conocimientos y habilidades así como mejorar su retención asimilación y el pensamiento creador.

En este trabajo de investigación se utilizan cuatro tipos de actividades interdisciplinarias, las que se relacionan a continuación:

### Problemas interdisciplinarios.

- En el proceso de evaporación a múltiple efecto el vapor de agua del primer vaso evaporador se condensa utilizándose como agua de retorno en la industria azucarera.



- Busque los datos de entalpías y entropía para el agua en estado líquido y gaseoso.
- Determine la variación de entalpía para este proceso.
- Determine la variación de entropía.
- Justifique si el proceso ocurre espontáneamente o no, a partir del cálculo de la energía libre de Gibbs.
- Si ocurriera la transformación de agua líquida a vapor de agua, qué nombre recibe el proceso.
- ¿Qué utilidad tienen las aguas de retorno en la industria azucarera?
- Mencione los análisis químicos que se le realizan a las aguas industriales.

### Laboratorios interdisciplinarios.

Con la realización de problemas de este tipo se propicia en los estudiantes la asimilación de conocimientos al nivel de su aplicación productiva que no quede en el nivel reproductivo, además se

promueve la formación de motivos para el aprendizaje y de las necesidades cognoscitivas.

En los momentos actuales de desarrollo de la ciencia y la técnica, la función de desarrollo ocupa un lugar central en todas las asignaturas y tiene que ver específicamente con la influencia que ejerce la solución de problemas sobre el desarrollo intelectual del estudiante y la formación de su pensamiento.

Los talleres interdisciplinarios como forma de organización de la docencia pueden tomar elementos de otros tipos de clases ya conocidas como clases prácticas, seminarios, etc. Siempre tiene el propósito de integrar, sistematizar y consolidar conocimientos entre varias asignaturas que conforman una disciplina en un mismo año, también para establecer nexos interdisciplinarios entre disciplinas que coexisten en el mismo año.

Las actividades investigativas reflejan el nivel más alto de asimilación de los conocimientos y pueden presentarse de varias formas:

- A través del trabajo con los textos y documentos.
- Búsqueda y análisis de datos para hacer valoraciones.
- Experimentación.

Este tipo de actividad contribuye al desarrollo de capacidades de los estudiantes y los prepara para el trabajo independiente.

Las prácticas de laboratorio constituyen una de las formas de organización más compleja del proceso docente, son una forma

cualitativamente superior del experimento docente realizado por los alumnos. La práctica de laboratorio constituye un poderoso medio para la relación entre los conocimientos químicos en los diferentes niveles de la educación. La estructuración de los laboratorios interdisciplinarios se realizó basada en el principio "relación esencial" de los tipos de análisis que pueden hacerse del sistema en estudio como:

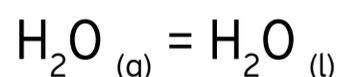
- Análisis de equilibrio físico y químico.
- Análisis termodinámico.
- Análisis cinéticos
- Análisis electroquímico.
- Análisis azucarero.

A continuación se relacionan en el orden señalado el conjunto de actividades interdisciplinarias por unidades del programa rediseñado.

### Unidad # 1. Termodinámica.

#### Problemas interdisciplinarios.

1. En el proceso de evaporación a múltiple efecto el vapor de agua del primer vaso evaporador se condensa utilizándose como agua de retorno en la industria azucarera.



- a) Busque los datos de entalpías y entropía para el agua en estado líquido y gaseoso.
  - b) Determine la variación de entalpía para este proceso.
  - c) Determine la variación de entropía.
  - d) Justifique si el proceso ocurre espontáneamente o no, a partir del cálculo de la energía libre de Gibbs.
  - e) Si ocurriera la transformación de agua líquida a vapor de agua, qué nombre recibe el proceso.
  - f) ¿Qué utilidad tienen las aguas de retorno en la industria azucarera?
  - g) Mencione los análisis químicos que se le realizan a las aguas industriales.
2. La descomposición térmica del  $\text{CaCO}_{3(s)}$  se realiza para obtener  $\text{CaO}_{(s)}$  (Cal Viva), sustancia que al hidratarse es utilizada en el proceso de clarificación de jugos de la caña.
- a) Represente la ecuación de la reacción anterior.
  - b) Represente la ecuación de la reacción entre el óxido de calcio y el agua para la obtención de hidróxido de calcio.
  - c) Determine la variación de entalpía para ambas reacciones.
  - d) Diga si hay desprendimiento o absorción de energía en forma de calor.

- e) ¿Conoce usted la cantidad de CaO aprovechable que debe tener el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  para que el proceso de clarificación sea eficiente?
- f) ¿Cómo se calcula el calor en las reacciones químicas cuando hay variación en la temperatura?
3. Al combustionar la sacarosa se obtiene como productos dióxido de carbono y agua.
- a) Represente la ecuación para este proceso.
- b) Busque los datos de calor de formación para la sacarosa, agua y dióxido de carbono.
- c) Determine el valor del calor de combustión para este proceso aplicando la ley de Hess.
- d) ¿Qué sustancias se obtienen al descomponerse la sacarosa en medio ácido?
- e) ¿Por qué la sacarosa es una sustancia ópticamente activa?
- f) ¿Qué métodos de análisis se utiliza en la industria para determinar la cantidad de sacarosa real en los jugos de caña?
4. El CaO al hidratarse forma  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , utilizada esta sustancia para clarificar jugos de caña en el proceso de purificación.

El calor específico del CaO se expresa según:

$$C_p(\text{CaO}) = 11.67 + 1.08 \cdot 10^{-3} T - 1.56 T^2$$

- a) Represente la ecuación de la reacción.
  - b) Determine la cantidad de calor que se necesita para calentar 10 kg de CaO desde 0 °C hasta 900 °C.
  - c) ¿Qué concentración debe tener la disolución de lechada de cal cuando se utiliza en la purificación de jugos de caña?
  - d) Si la disolución de lechada de cal no se prepara con la concentración adecuada que efectos económicos puede ocasionar a la industria.
5. El CO(g) es un gas contaminante presente en la composición del aire en centros urbanos, también se vierte a la atmósfera por centrales azucareras cuando no existe una combustión completa del petróleo.

Para analizar algunas de las propiedades termodinámicas de este gas:

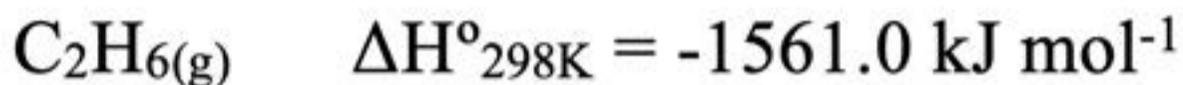
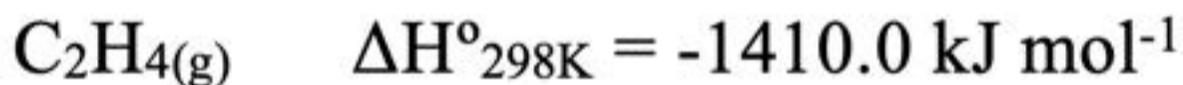
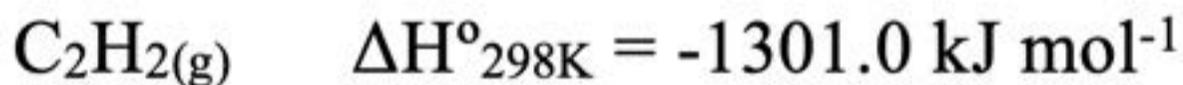
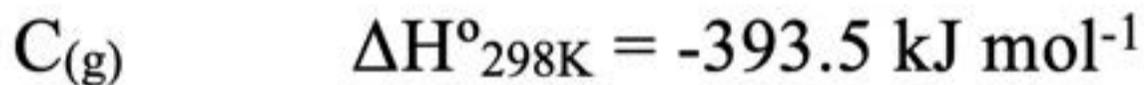
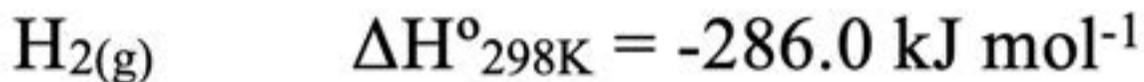
- a) Determine la entropía de 1 mol de CO a 1000 °C de temperatura y presión de 2 atmósferas.
- b) Interprete el resultado hallado de acuerdo con los conocimientos que posee de termodinámica.

$$C_p(\text{CO}) = 6.342 + 1.836 \cdot 10^{-3} T \, dT/T$$

- c) ¿Qué otra fuente de energía puede utilizarse en sustitución del petróleo en las centrales azucareras? ¿Qué beneficio

económico proporciona?

6. Dado los siguientes calores de combustión:



- Represente las ecuaciones de las reacciones de formación de  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$  y  $\text{C}_2\text{H}_6$ .
- Clasifique las sustancias anteriores en alcano, alqueno y alquino.
- ¿Qué aplicaciones tiene el  $\text{C}_2\text{H}_2$  (acetileno) en la industria?
- ¿Cómo puede obtenerse el  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ ?
- Determine el calor de formación para las sustancias  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$  y  $\text{C}_2\text{H}_6$  a 298 K.

f) ¿En qué ley se basó para realizar el cálculo de calor de formación?

7. El etanol es una sustancia orgánica que puede obtenerse a partir de procesos fermentativos de las mieles finales en los centrales azucareros, como parte del proceso de diversificación de la industria haciéndola más rentable.

a) Represente la reacción de combustión del etanol.

b) Dado los calores de formación del  $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ ,  $\text{CO}_{2(g)}$  y  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , determine el calor de combustión del etanol.

$$\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}_{(l)} = - 286 \text{ kJ mol}^{-1}$$

c)  $\Delta H_f^\circ \text{CO}_{2(g)} = - 393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

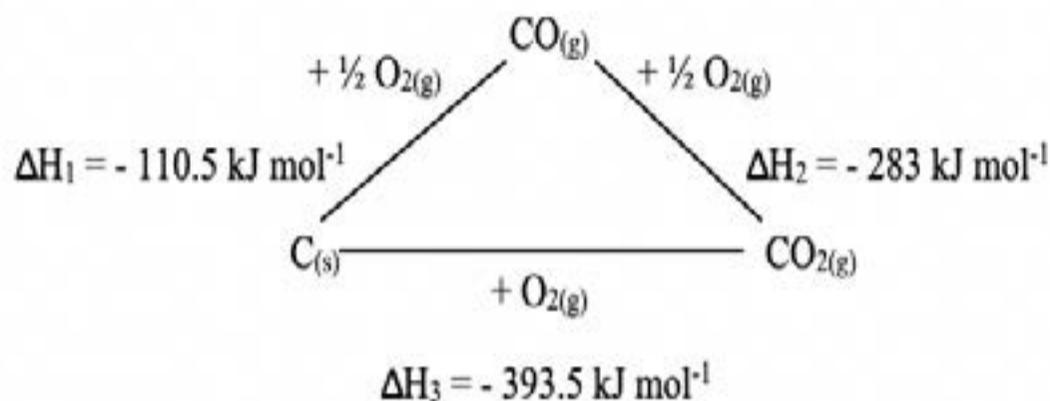
$$\Delta H_f^\circ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} = - 219.58 \text{ kJ mol}^{-1}$$

d) En las sustancias etanol, agua y otros hay presencia de enlaces de hidrógeno. ¿Qué características tiene este tipo de enlace?

e) ¿Cuáles son las propiedades de las sustancias que tienen enlace de hidrógeno?

f) ¿Cuál es el grupo funcional de los alcoholes?

8. Dada la siguiente representación:



- Justifique el cumplimiento de la ley de Hess.
  - El  $\text{CO}_{(g)}$  y  $\text{CO}_{2(g)}$  se encuentran en la composición del aire, que consecuencias trae para el medio ambiente cuando se encuentran en grandes cantidades.
  - ¿Qué expresión relaciona las magnitudes termodinámicas  $\Delta H$ ,  $\Delta S$  y  $\Delta G$ ?
  - ¿Qué información nos brinda cada una de ellas?
9. Si se disuelven 68.4 g de sacarosa  $M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 343 \text{ g mol}^{-1}$  en 1000 g de agua. Calcular.
- La presión parcial de vapor del disolvente.
  - Presión osmótica a 293 K.
  - Temperatura de congelación de la disolución.
  - Temperatura de ebullición de la disolución.
  - El porcentaje de masa de sacarosa en la disolución.

- f) ¿Qué otras formas de expresar concentración de las disoluciones usted conoce?
- g) ¿Es la sacarosa un azúcar reductor o no reductor? Explique.
- h) ¿Qué método de análisis se utiliza para determinar sacarosa real en la industria azucarera?

Datos:

Densidad de la disolución a 293 K es de  $1.024 \text{ g/cm}^3$  y la presión de vapor a 293 K es de  $2314.305 \text{ N m}^{-2}$ .

$$K_f \text{ H}_2\text{O} = 1.86 \text{ K kg mol}^{-1}$$

$$K_v \text{ del agua} = 0.51 \text{ K kg mol}^{-1}$$

10. La urea es un compuesto nitrogenado que es utilizado en la fertilización de los suelos donde se cultiva la caña de azúcar y otras plantas. Una disolución de esta sustancia preparada con 90 mg del soluto y 12 g de agua destilada se le desea determinar:

- a) La masa molar de la urea.
- b) ¿Por qué actualmente se han sustituidos los fertilizantes químicos por biofertilizantes? Explique.
- c) ¿Qué beneficios tiene para la economía de nuestro país?
- d) Al disolver la urea en el agua el recipiente se pone frío. Explique por qué ocurre esto.

- e) ¿Qué valor de pH deben tener los suelos donde se cultiva la caña de azúcar?

Datos:

$$K_f = 1.86 \text{ K kg mol}^{-1}$$

11. La urea en disolución incorpora a las plantas cañeras nutrientes para su crecimiento y desarrollo, la masa molar es  $60.06 \text{ g mol}^{-1}$ . Calcular:

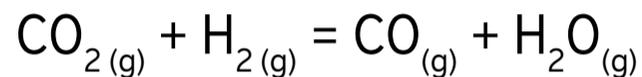
- Temperatura de ebullición de la disolución.
- Presión de vapor de la disolución, si la presión de vapor del agua pura es de  $3\,166.4246 \text{ N m}^{-2}$ .
- ¿Por qué el pH de los suelos donde se cultiva la caña de azúcar debe ser menos que 6.5?
- ¿Qué afectaciones al medio ambiente ocasiona el uso de fertilizantes químicos en exceso?
- ¿Qué método de análisis se utiliza para la determinación de pH a muestras de suelo?

12. Represente la ecuación de la reacción entre el calcio y el dióxígeno obteniéndose óxido de calcio.

- Calcule la variación de entropía para la reacción a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  buscando los datos de entropía para las sustancias productos y reaccionantes.

- b) Interprete el valor calculado de acuerdo con los conocimientos adquiridos de termodinámica.
- c) ¿Qué aplicaciones tiene el CaO en la industria azucarera?

13. Dada la representación de la ecuación para la siguiente reacción:



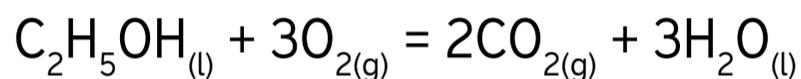
- a) Busque los datos de entalpía de formación y entropía para las sustancias productos y reaccionantes.
- b) Calcule  $\Delta H^\circ$  y  $\Delta S^\circ$ .
- c) Determine el valor de  $\Delta G^\circ$  y pronostique la dirección de la reacción.
- d) ¿Qué usos industriales tiene el  $\text{CO}_{2(g)}$ ?
- e) Ponga ejemplo de un proceso industrial donde el  $\text{CO}_2$  esté presente en las sustancias productos.

14. Seleccione en el siguiente ejemplo donde cree usted hay mayor valor de entropía. Suponga 1 mol de sustancia a la misma presión y temperatura.



- a) Justifique su respuesta.
- b) ¿En qué estado de agregación del agua seleccionado el más estable? ¿Por qué?
- c) ¿Dónde se obtiene vapor de agua en la industria azucarera y con que fin se utiliza?
- d) ¿Qué tratamiento químico se le realiza al agua que se usa en las calderas de los centrales azucareros?

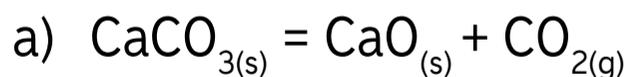
15. Dada la siguiente reacción representada por la ecuación:

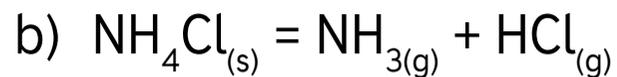


- a) Halle la entalpía de reacción y la variación de entropía a 25 °C.
- b) Diga si el proceso es espontáneo o no en condiciones estándar a partir del cálculo de  $\Delta G^\circ$ .
- c) ¿Cómo puede obtenerse  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  a partir de subproductos de la industria azucarera?
- d) ¿Qué beneficios trae para la economía del país?

## Unidad 2: Equilibrio físico y químico.

1. Para los siguientes sistemas en equilibrio:

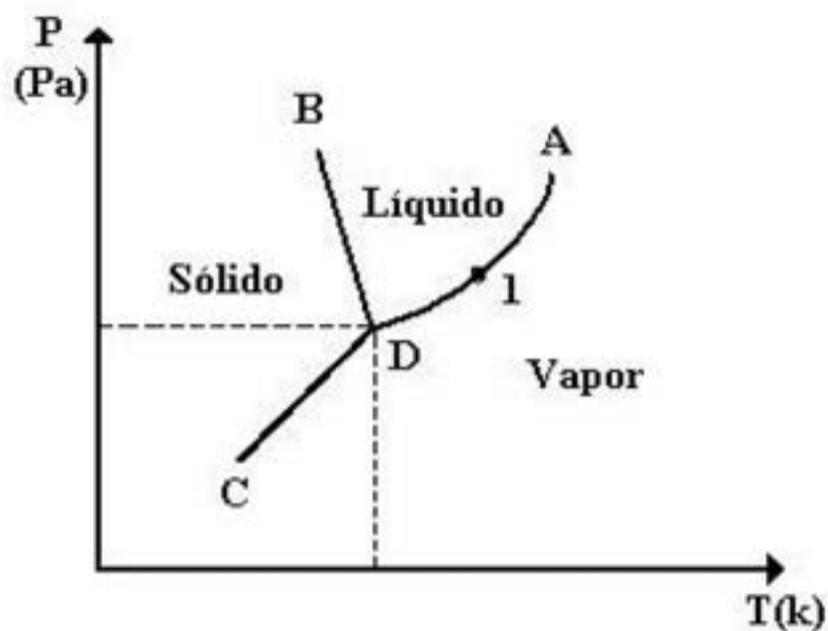




c) Agua líquida – Vapor de agua – Agua sólida

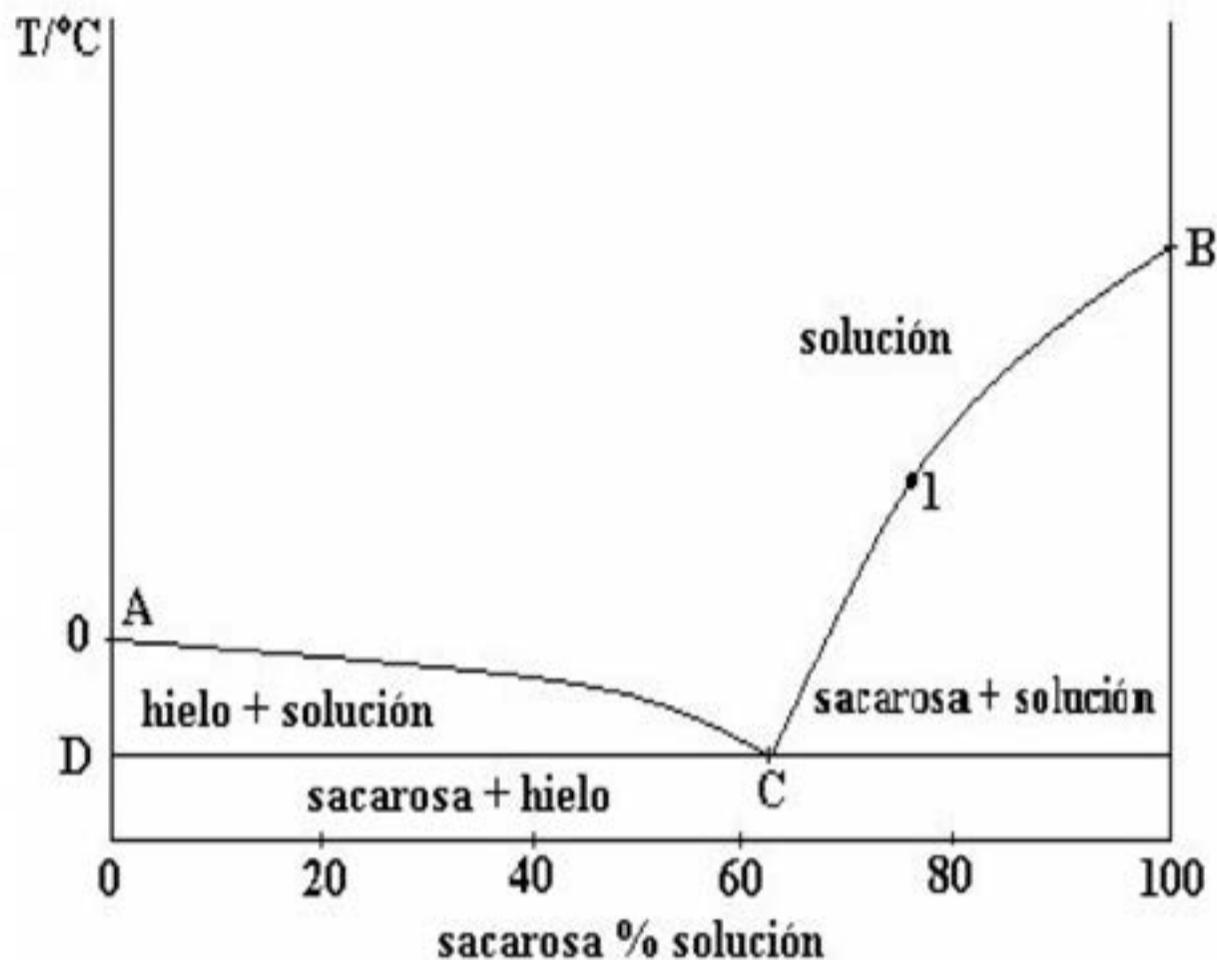
Determine:

- 1.1 Número de fases, componentes y grados de libertad.
  - 1.2 ¿Qué sustancia se forma al hidratarse el CaO?
  - 1.3 Representa la ecuación para el proceso anterior.
  - 1.4 ¿Qué aplicaciones tiene la sustancia formada en el proceso industrial azucarero?
  - 1.5 Represente el diagrama de estado del agua y explique sus características.
  - 1.6 En que etapa del proceso de fabricación de azúcar el vapor de agua se transforma en agua líquida.
2. Dado el diagrama de estado del agua:



- a) Describa sus partes.
  - b) ¿Qué representa el punto D?
  - c) ¿Qué representa la curva D – A?
  - d) Aplique la regla de las fases de Gibbs al punto 1.
  - e) En que etapas del proceso de fabricación de azúcar se ponen de manifiesto los equilibrios sólido – líquido y líquido – vapor.
  - f) ¿Qué parámetros termodinámicos deben controlarse en el proceso donde se ponen de manifiesto estos equilibrios?
  - g) ¿Qué influencia económica tiene un control ineficiente de los parámetros anteriores?
3. El diagrama que se representa a continuación representa el

equilibrio de fase en el sistema sacarosa – agua.



- Señale el número de componentes del sistema.
- ¿Qué representan los puntos A y B?
- ¿Qué características tiene el punto eutéctico C?
- El área BCE representa el equilibrio entre sacarosa sólida y disolución de sacarosa.

Aplique la regla de las fases de Gibbs y determine el número de grados de libertad.

- Aplique la regla de las fases de Gibbs al punto 1 e interprete

el resultado hallado.

- f) La sacarosa en equilibrio con su solución a una temperatura dada constituye un ejemplo de disolución saturada. ¿Qué la diferencia de las disoluciones no saturadas y sobresaturadas?
  - g) ¿Qué condiciones deben tener las soluciones de sacarosa para comenzar el proceso de formación de cristales?
4. Haga la representación de los diagramas de estado del agua y el dióxido de carbono y establezca una comparación entre ellos en cuanto a:
- a) Curvas de equilibrio y áreas que la forman.
  - b) Condiciones de presión y temperatura para el punto triple.
  - c) Números de grados de libertad en cada área y en el punto triple.
  - d) Tipo de pendiente. Explique.
  - e) El  $\text{CO}_2$  es soluble en agua pero a bajas temperaturas. Explique. Por qué.
  - f) ¿Qué aplicaciones industriales tiene el  $\text{CO}_2$ ?
  - g) ¿Qué consecuencias trae para el medio ambiente los vertimientos en exceso de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera en regiones industriales?
5. Represente la reacción entre el monóxido de carbono y

el agua gaseosa obteniéndose dióxido de carbono e hidrógeno. La constante de equilibrio de la reacción a 1000 K es igual a 1.36 atmósferas.

- a) ¿Cuál es el sentido de la reacción si la mezcla está formada por el 50% de CO, 5% de H<sub>2</sub>O, 20% de CO<sub>2</sub> y 25% de H<sub>2</sub>?
  - b) Calcule la energía libre de Gibbs para la reacción.
  - c) ¿Qué información termodinámica nos brinda la magnitud hallada?
  - d) ¿Qué ecuación relaciona la energía libre de Gibbs con la variación de entalpía y la variación de entropía a una temperatura dada?
6. La descomposición del carbonato de calcio sólido por acción del calor da lugar a la formación de óxido de calcio y dióxido de carbono.
- a) Represente la ecuación de la reacción química.
  - b) Diga que factores usted variaría para obtener mayor rendimiento de óxido de calcio.
  - c) Mencione algunas de las aplicaciones industriales de las sustancias productos de la reacción.
  - d) Busque los datos de entalpía de formación y entropía para las sustancias productos y reaccionantes teniendo en cuenta que la reacción se produce a 298 K.

- e) Calcule la variación de entalpía para la reacción.
  - f) Diga si hay desprendimiento o absorción de energía en forma de calor de acuerdo con el valor hallado de  $\Delta H$ .
  - g) Calcule el valor de  $\Delta G$  para la reacción. Interprete el resultado.
7. El dinitrógeno y el hidrógeno se combinan a presión de 1 bar y 2 bar respectivamente con una temperatura de 723 K obteniéndose amoníaco a 10 bar. Se conoce que:

$$\Delta G^{\circ}_{723K} = + 29971,7 \text{ J mol}^{-1}$$

- a) Represente la ecuación para el proceso.
  - b) Determine la constante de equilibrio en función de las presiones parciales para la reacción.
  - c) Calcule el valor de  $\Delta G$  para la reacción en las condiciones en que esta se desarrolla.
  - d) De acuerdo con el valor obtenido de  $\Delta G$ , hacia donde se desplaza la posición de equilibrio del sistema.
  - e) El amoníaco se utiliza en la fabricación de fertilizantes nitrogenados. ¿Por qué actualmente se han sustituido algunos fertilizantes químicos por biofertilizantes?
8. Los gases de nitrógeno como el  $N_2O_4$  y  $NO_2$  se encuentran en las capas superiores de la atmósfera permaneciendo durante largos períodos de tiempo con efectos contaminantes significativos.

Si se tiene 1 mol de  $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$  a 10 bar y 2 mol de  $\text{NO}_{2(g)}$  a 1 bar y la temperatura es de 298 K.

- Calcule el valor de  $\Delta G^\circ$  para la reacción si la  $K_p$  es de 0.141 bar.
- Determine el valor de  $\Delta G$  para las condiciones en que se produce la reacción.
- Explique hacia donde se desplaza la posición de equilibrio de la reacción de acuerdo con el valor hallado de  $\Delta G$ .
- ¿Qué importancia termodinámica nos brinda la magnitud  $\Delta G$ ?



9. El grafito, variedad alotrópica del carbono al reaccionar con dos moles de dihidrógeno da lugar a la formación de un mol de metano.

- Represente la ecuación para la reacción.
- Determine el valor de  $\Delta G^\circ$  para la reacción a 298 K conociendo los siguientes datos:

$$\Delta H^{\circ}_f \text{CH}_4 = 7484.75 \text{ J mol}^{-1}$$

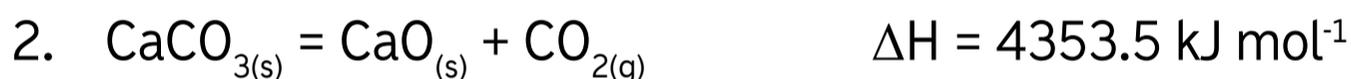
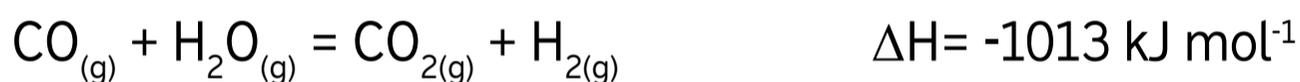
$$S^{\circ} \text{C (grafito)} = 5.6940 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$S^{\circ} \text{H}_2 = 130.58 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$S^{\circ} \text{CH}_4 = 186.18 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

- c) Calcule la constante de equilibrio para la reacción.
- d) El metano es también obtenido a partir de la materia orgánica en descomposición produciendo contaminación del medio ambiente, proponga medidas que permitan disminuir estos efectos.

10. Para las siguientes reacciones en equilibrio:



- a) Diga que efecto provoca en el equilibrio un incremento de temperatura y presión.
- b) Represente las expresiones de  $K_p$  y  $K_c$  para cada reacción.
- c) Si se conoce el valor de  $\Delta G^{\circ}$  para cada reacción y las presiones parciales de las sustancias productos y reaccionantes, que expresión puede utilizarse para hallar  $\Delta G$ .

- d) ¿Qué información nos brinda esta magnitud termodinámica?
- e) ¿Qué uso tiene el CaO en la industria azucarera?
- F) ¿Qué método de análisis permite conocer la pureza de esta sustancia?

11. Represente la ecuación de la reacción entre el dióxido de azufre y el dióxígeno para obtener trióxido de azufre. La reacción se lleva a cabo a 25 °C.

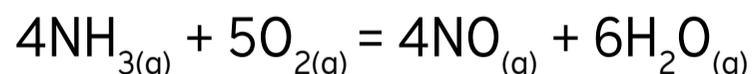
- a) Calcule el valor de  $\Delta G^\circ$  para la reacción si conocemos los siguientes datos

$$\Delta G_f^\circ \text{SO}_{2(g)} = - 7179.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_f^\circ \text{SO}_{3(g)} = - 8852.7 \text{ kJ mol}^{-1}$$

- b) Interprete el valor hallado de  $\Delta G^\circ$  para la reacción.
- c) Determine la constante de equilibrio para la reacción.
- d) ¿Qué expresión relaciona la variación de entalpía para la reacción, la variación de entropía y la variación de energía libre de Gibbs?

12. Calcule el valor de Kp a 25 °C para la reacción:



Datos:

$$\Delta G_f^\circ \text{NH}_{3(g)} = -397.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_f^\circ \text{NO}_{(g)} = -2071.9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_f^\circ \text{H}_2\text{O}_{(g)} = -5463.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

- a) El NO(g) es un gas contaminante que se encuentra en las capas superiores de la atmósfera permaneciendo por mucho tiempo. ¿Qué efectos negativos provoca al medio ambiente?
- b) ¿Qué aplicaciones tiene el amoníaco en la industria?
- c) ¿Qué tipo de enlace químico tiene el amoníaco?
- d) Represente las ecuaciones de otras reacciones donde participe el amoníaco como sustancia reaccionante.
- e) Tiene el amoníaco propiedades ácidas, básicas o neutras. Explique.

### Unidad #3: Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.

1. La reacción entre el amoníaco gaseoso y el cloruro de hidrógeno se produce en presencia de vapor de agua como catalizador formándose el producto intermedio hidróxido de amonio, este último se combina con el cloruro de hidrógeno para formar cloruro de amonio y agua.

- a) Represente las ecuaciones para este proceso.
- b) ¿Qué tipo de enlace químico tienen las sustancia agua y

cloruro de hidrógeno?

- c) Relaciones algunas de sus propiedades teniendo en cuenta su enlace químico.
  - d) ¿Cómo usted clasifica la catálisis en la reacción anterior: homogénea, heterogénea o enzimática? Fundamente.
  - e) ¿Qué influencia tiene el catalizador vapor de agua sobre la velocidad de reacción?
  - f) El amoníaco es utilizado para la fabricación de fertilizantes nitrogenados, que desventajas tiene el uso de estos en comparación con los biofertilizantes.
2. En una disolución de sacarosa en medio ácido se lleva a cabo su hidrólisis y se obtienen como productos glucosa y fructosa.
- a) Represente la ecuación para la reacción anterior.
  - b) ¿Por qué esta reacción puede considerarse de pseudo primer orden?
  - c) ¿A qué tipo catálisis pertenece? Justifique.
  - d) ¿Qué efecto provoca sobre la velocidad de reacción que la concentración del medio ácido sea elevada?
  - e) Clasifique la sacarosa, glucosa y fructosa en azúcar reductor o no reductor.
  - f) Diga cuál de las sustancias anteriores es dextrógira.

g) Mencione algunos de los usos de la glucosa y la fructosa.

3. Busque ejemplos de procesos catalíticos industriales que se realizan en Cuba señalando el catalizador utilizado, para cada caso explique:

- a) ¿Cómo usted clasifica la catálisis en cada ejemplo analizado?
- b) Explique las fases de la catálisis en cada ejemplo analizado.
- c) ¿Qué efecto provoca la presencia del catalizador sobre la velocidad de reacción?
- d) ¿Qué efecto produce en la constante de equilibrio de la reacción la presencia de un catalizador? Explique.
- e) ¿Cómo es el valor de la energía libre tipo con catalizador y sin catalizador?

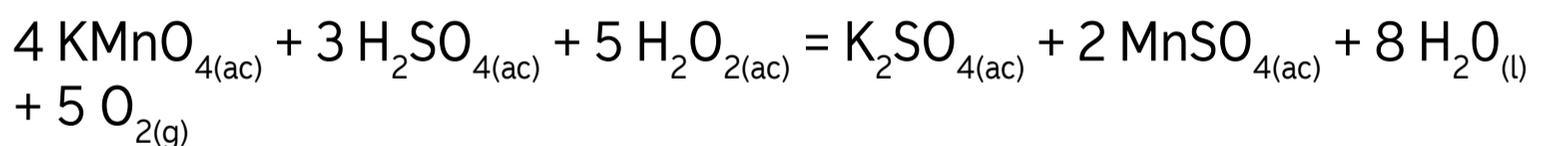
4. La importancia de las industrias catalíticas se pone de manifiesto por las múltiples aplicaciones de las sustancias que producen. Señale cuál o cuáles de los siguientes productos obtenidos por procesos catalíticos:

$H_2SO_4$ ,  $NH_3$ ,  $HNO_3$ ,  $CH_3C_6H_5$ ,  $C_2H_5OH$ , se emplean preferentemente:

1. En la obtención de TNT.
2. En la fabricación de superfosfatos.

3. En los acumuladores.
4. Como disolvente.
5. Como oxidante.
6. En la fabricación de HCl<sub>(ac)</sub>.
7. Como combustible.
8. En la fabricación de fertilizantes.
  - a) ¿Por qué en estos procesos industriales es necesario el uso de catalizadores?
  - b) ¿Qué repercusión económica tiene para la industria el uso de catalizadores en estos procesos?

5. El peróxido de hidrógeno es usado en las refinerías de azúcar como blanqueador en el segundo tratamiento químico realizado a los licores, esto permite la obtención de un azúcar de mayor calidad cuando no se cuenta con carbón activado. En un experimento realizado sobre la velocidad de descomposición de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en disolución acuosa se tomaron en intervalos de tiempo definidos, volúmenes iguales de la disolución y fueron valorados con una disolución de KMnO<sub>4</sub>, que reacciona con peróxido de hidrógeno en medio ácido a 298 K, según la ecuación:



Los resultados del análisis volumétrico son:

<b>Tiempo en segundos</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>30</b>
<b>ml de disolución de <math>\text{KMnO}_4</math></b>	<b>25.4</b>	<b>9.83</b>	<b>3.81</b>

- Determine el orden de la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno.
  - Justifique el orden hallado.
  - ¿Cuál es la solución patrón utilizada en la valoración?
  - De acuerdo al tipo de reacción analizada que método volumétrico de análisis se utilizó.
  - ¿Qué influencia tiene un aumento de temperatura sobre la velocidad de esta reacción?
6. La velocidad de transformación de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  y el  $\text{H}_2(\text{g})$  en la oscuridad para formar  $\text{HCl}(\text{g})$  es muy pequeña y grande en presencia de luz.

La variación de energía libre estándar del  $\text{HCl}_{(\text{g})}$  es:  $-22.74 \text{ kcal/mol}$ .

- Basándose en criterios termodinámicos diga si la reacción es posible o no.
- Si se tiene en cuenta el criterio cinético – molecular que condición usted seleccionaría para obtener  $\text{HCl}_{(\text{g})}$ .

- c) ¿Qué nombre reciben las reacciones que dependen de la luz para su ocurrencia?
- d) ¿A qué orden pertenecen estas reacciones?
- e) ¿Qué tipo de enlace tiene el  $\text{Cl}_2$  y el  $\text{HCl}_{(g)}$ ?

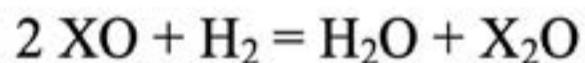
7. Se siguió la descomposición de un azúcar reductor en una disolución acuosa de concentración  $1 \text{ mol.l}^{-1}$  a 303 K. Se encontró que su concentración descendía en un 20% a los 10 minutos.

- a) Calcule la constante de velocidad para la reacción considerando obedece a una cinética de segundo orden con respecto al azúcar.
- b) ¿Qué consecuencias negativas tiene para el proceso de fabricación de azúcar la destrucción de azúcares reductores? Explique.
- c) ¿Qué método de análisis se usa para determinar la presencia de reductores?
- d) Si a la reacción se le incrementa la temperatura a 400 K que influencia puede tener en la velocidad de la reacción.

8. Para la inversión de la sacarosa en presencia de ácido clorhídrico diluido, fueron obtenidas las siguientes lecturas polarimétricas ( $\alpha$ ) a temperatura de 298 K en los tiempos indicados.

<b>t (minutos)</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>44</b>	<b>90</b>	<b>140</b>	<b>175</b>	<b>282</b>	$\infty$
<b><math>\alpha</math> (°)</b>	13.0	9.95	6.95	2.70	0.00	-1.30	-3.15	-4.0

- a) Represente la ecuación del proceso de inversión de la sacarosa en medio ácido.
  - b) Determine la constante de velocidad de reacción.
  - c) ¿Cuál es el orden de reacción?
  - d) Expresé sus unidades.
  - e) Señale cuál de las sustancias es levógira y cuál dextrógira.
  - f) ¿Por qué es utilizado el método polarimétrico para hacer el estudio de esta reacción?
  - g) ¿Dónde ocurre esta reacción en la industria azucarera?
9. La expresión de velocidad para la ecuación:



$$v = k C^2_{\text{XO}} C_{\text{H}_2}$$

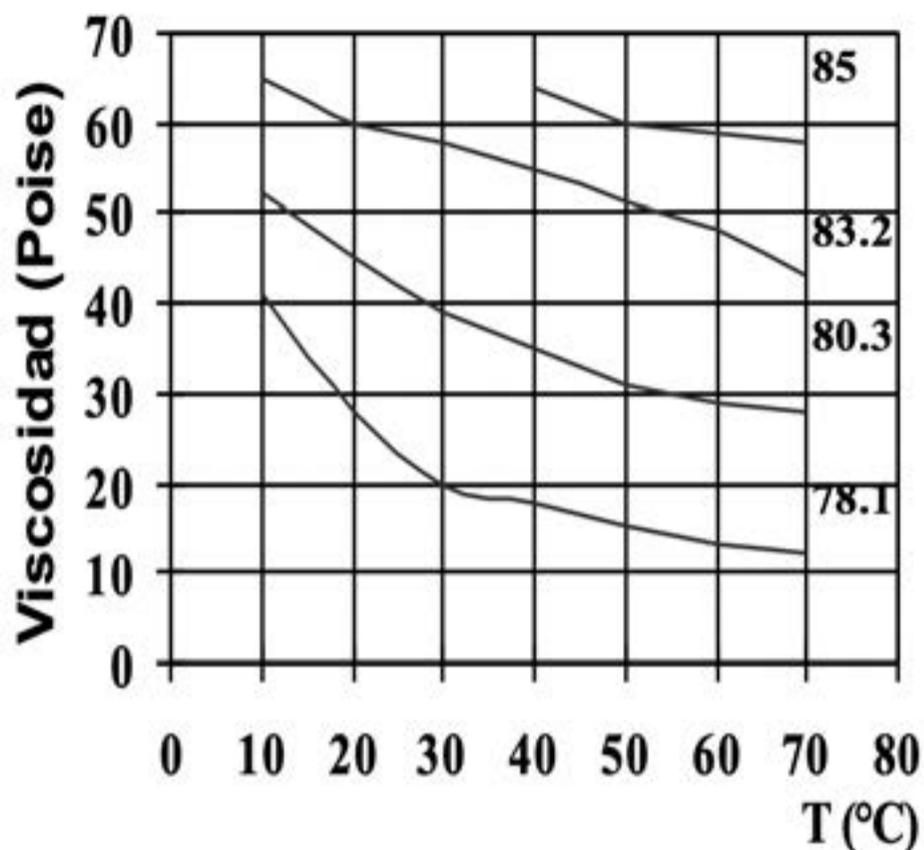
- a) Represente un mecanismo consecuente con dicha expresión.
- b) ¿Cómo usted obtendría una data experimental a partir del análisis químico para determinar el orden de esta reacción?
- c) Calcule el valor de la constante específica si la velocidad de la reacción es de  $10^{-4}$  mol/l . min para las siguientes concentraciones  $C(\text{XO}) = 0.1$  mol/l y  $C(\text{H}_2) = 0.2$  mol/l.

- d) ¿Cuál es el orden total de reacción?
- e) ¿Qué influencia tiene el aumento de la temperatura sobre la velocidad de reacción?

10. La viscosidad es una propiedad superficial que pueden presentar las soluciones azucaradas y las consecuencias para el proceso de fabricación de azúcar son negativas cuando sus valores son elevados.

- a) Explique que se hace en la industria para disminuirla.
- b) ¿Qué método e instrumentos se utilizan en la industria azucarera para medir viscosidad?
- c) Tome los datos de viscosidad obtenidos en algunos productos intermedios producidos en la industria azucarera y analice si se cumple con los parámetros establecidos.
- d) ¿Qué afectaciones económicas trae el no cumplimiento de esto parámetros?
- e) ¿Qué efecto tiene la temperatura en el valor de la viscosidad?

11. La gráfica que se muestra a continuación representa las curvas típicas de temperatura – viscosidad para mieles de la misma pureza con diferentes sólidos totales.



- ¿Qué influencia tiene la temperatura en la viscosidad de estas mieles? Justifique.
- ¿En qué rango de temperatura usted trabajaría?
- ¿Qué efectos provoca para el proceso de fabricación de azúcar las altas viscosidades de las mieles?
- ¿Se realizan análisis de viscosidad a las mieles en su central? Explique.

12. La fuerza de tensión superficial varía con la concentración de las sustancias azucaradas y además la presencia de impurezas retarda el establecimiento de la cristalización.

- En la tabla que se muestra a continuación se relaciona el coeficiente de solubilidad de la sacarosa con la tensión

superficial. Represente una gráfica haciendo uso de estos datos a 298 K.

g de sacarosa en 100 g de solución	Tensión superficial ( $10^{-3}$ N/m)
0	72.68
6.8	73.13
10	73.35
13.1	73.57
20.5	74.47
29.8	74.90
40.7	76.03
47.5	76.24
57.2	77.13
62.7	78.68

- b) Arribe a conclusiones a partir del análisis del gráfico.
- c) ¿Qué haría usted para disminuir la tensión superficial?
- d) ¿Qué agentes tensoactivos son utilizados en la industria azucarera?
- e) ¿Cómo varía la tensión superficial con la temperatura?
13. Las partículas en suspensión que están en los jugos de la caña sin clarificar pueden ser esféricas o no esféricas.
- a) ¿Qué expresión permite calcular la velocidad de sedimentación de estas partículas?
- b) ¿Qué sustancias de naturaleza coloidal pueden estar presentes en el jugo de la caña impurificándolo?

- c) Explique el efecto que pueden provocar para el proceso de fabricación de azúcar.
- d) ¿Qué método de análisis se utiliza para determinar la presencia de sustancias coloidales?
- e) ¿Cómo pueden separarse los coloides en el proceso de fabricación de azúcar?

14. Las partículas de tamaño coloidal tienen una gran actividad superficial, provocando efectos negativos en el proceso de clarificación de jugos y trae como consecuencia el incremento de la viscosidad dificultándose la cristalización de sacarosa. A continuación se muestran los resultados del pH en la eliminación de los coloides para tres muestras de jugo de caña.

Muestra	pH	Remoción % de coloides
1	7.18	18.3
2	7.71	22.3
3	8.05	25.3

- a) Analice los resultados y arribe a conclusiones.
- b) ¿Qué relación tiene el pH con el punto isoeléctrico de las sustancias coloidales?
- c) ¿Qué diferencias hay entre coloides liófilos y liófilos? ¿Cuál de ellos es más perjudicial para el proceso de fabricación de azúcar?

- d) Para la muestra 2 a partir de su valor de pH determine la concentración de iones hidrógeno.
- e) De acuerdo con el valor de pH de las muestras. ¿Puede producirse inversión de la sacarosa? ¿Por qué?
- f) ¿Con qué equipo se determina el pH en el laboratorio de análisis químico?

#### Unidad #4: Electroquímica.

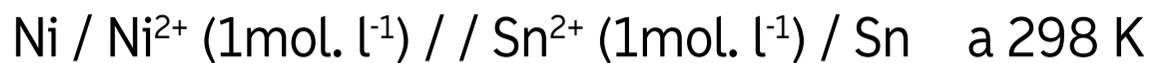
1. Se ha formado una pila con los siguientes electrodos:



La fem total de la pila es de 0.32 v a 298 K.

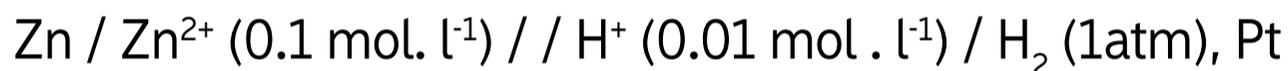
- a) Plantee la ecuación total de la pila.
- b) Calcule la variación de energía libre de Gibbs.
- c) ¿Qué información nos brinda esta magnitud termodinámica?
- d) Los procesos oxidativos del hierro por la presencia de agentes externos ocasionan daños en equipos y tuberías de la industria azucarera, aumentando el contenido de sustancias ferromagnéticas en el azúcar producida, sugiera algún método para eliminar dicha problemática.
- e) ¿Cómo se puede medir experimentalmente la fem de esta pila?

2. Dada la representación:



- Plantee la ecuación total de la pila.
- Determine la fem total de la pila.
- Calcule la variación de energía libre de Gibbs.
- Calcule la constante de equilibrio para esta reacción y haga un análisis del valor hallado.

3. Dada la siguiente representación:



- Escriba la ecuación de la reacción total que tiene lugar en la celda a 298 K.
- Calcule el potencial de los electrodos de la celda.
- Determine la fem total.
- Determine la variación de energía libre de Gibbs.
- Determine la constante de equilibrio de la celda.
- ¿Cómo se construye el electrodo de hidrógeno?
- ¿Qué electrodos de referencia se utilizan actualmente

en la industria azucarera para hacer determinaciones experimentales?

- h) Seleccione una disolución electrolítica de las representadas en la pila y calcule el valor de pH.
- i) ¿Existe puente salino en estas celdas? Explique.

4. Para la celda.



- a) Escriba la ecuación de la reacción total que tiene lugar en la celda.
- b) Calcule los potenciales de electrodos.
- c) Determine la variación de energía libre que tiene lugar en la reacción de la celda.
- d) Calcule la constante de equilibrio.
- e) ¿Qué función realiza el puente salino?
- f) ¿Cómo puede determinarse experimentalmente la fem de la pila?

5. Haga un esquema de dos celdas galvánicas con un electrodo de hidrógeno sumergido en una disolución de iones hidronio con:

- 1. Un metal por encima del hidrógeno en la tabla de potenciales normales, sumergido en una disolución de sus iones.

2. Un metal por debajo del hidrógeno, en la tabla de potenciales normales, sumergido en una disolución de sus iones.
- Determine la fem de cada una de las pilas formadas considerando que las disoluciones en que están sumergidos los metales tienen, una concentración de 0.1 mol. l<sup>-1</sup> y la otra un pH = 5.
  - Determine  $\Delta G$  y  $\Delta G^\circ$  para el primer caso.
  - ¿Cómo puede medirse experimentalmente la fem de las pilas?
  - ¿Cuáles es el principio de funcionamiento del pH metro ubicado en el tanque de alcalización del central azucarero.
6. Dados los siguientes datos a 298 K:



- Seleccione la media ecuación que corresponde a la pila formada frente al electrodo de hidrógeno en condiciones estándar en la cual es mayor la variación de energía libre y calcúlela.
- ¿Puede obtenerse corriente eléctrica de esta pila?

- c) Determine la constante de equilibrio.
  - d) En que grupo y período de la tabla periódica se encuentran ubicado los metales Ag, Na, Cu.
  - e) Explique alguna de sus propiedades periódicas.
7. La conductividad equivalente del electrólito Mx es  $900 \text{ S}\cdot\text{cm}^2$  y la del H es  $20 \text{ S}\cdot\text{cm}^2$ . Cuando se introduce 1 mol de cada uno de ellos en 1 l de disolución.
- a) ¿Qué electrólito debe ser mejor conductor?
  - b) ¿Cuál de ellos puede clasificarse como electrólito fuerte?
  - c) ¿Cuáles la causa que hace variar en cada caso la conductividad equivalente?
  - d) Al incrementarse la dilución ¿qué le sucederá a la conductividad. Fundamente su respuesta.
  - e) ¿Qué equipo se utiliza en el laboratorio para medir conductividad?
  - f) ¿Qué aplicaciones tiene en la industria azucarera las medidas de conductividad?
8. Una celda de conductancia tiene dos electrodos paralelos de  $12500 \text{ m}^2$  de área, colocados a  $1050 \text{ m}$  uno del otro. Se llenó con una disolución de un electrólito cuya resistencia fue de  $1995.5 \text{ ohm}$ . Calcular:

- a) Constante de la celda.
  - b) Conductancia de la disolución electrolítica.
  - c) Conductancia específica de la disolución electrolítica.
  - d) Determine la conductancia equivalente para una concentración molar de equivalente igual a  $0.01 \text{ mol. l}^{-1}$ .
  - e) ¿Qué instrumento se utiliza para determinar la conductancia de las disoluciones electrolíticas?
  - f) ¿Qué método electrométrico de análisis es usado para la determinación de conductancia?
  - g) ¿Qué aplicación tiene el método anterior en el proceso de fabricación de azúcar?
- 9) La celda de conductancia de constante  $l/a$  igual a  $315.2 \text{ m}^{-1}$ . Se midieron las conductancias a  $298 \text{ K}$  de una disolución acuosa  $0.005 \text{ mol. l}^{-1}$  de cloruro de potasio y del agua utilizada en su preparación. Si los valores obtenidos fueron  $2.41 \cdot 10^{-5} \text{ S}$  y  $0.6 \cdot 10^{-6} \text{ S}$  respectivamente.

Calcule el valor de la conductancia molar de la disolución a esta temperatura.

- a) ¿Qué método de análisis se aplicó en las mediciones de conductancia?
- b) ¿Cuál es el fundamento del método?
- c) ¿En qué industria del país se aplica este método y con qué

objetivo?

10. El valor de la conductancia molar de una disolución acuosa  $0.01 \text{ mol. l}^{-1}$  de cloruro de potasio a  $298 \text{ K}$  es  $0.01413 \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ . Al colocar esta disolución en una celda de conductancia se obtiene un valor de resistencia igual a  $192.3 \text{ ohm}$ . Si la misma celda se llena con disolución acuosa  $0.01 \text{ mol l}^{-1}$  de cloruro de sodio el valor de la resistencia es  $229.3 \text{ ohm}$ .

- a) Calcule el valor de la conductancia molar la equivalente de la disolución de cloruro de sodio a  $298 \text{ K}$ .
- b) El cloruro de sodio y el cloruro de potasio se clasifican como electrólitos fuertes. Representélos iónicamente.
- c) Explique el método de obtención para una de las sales.
- d) ¿Qué enlace químico es característico para el  $\text{NaCl}$  y el  $\text{KCl}$ ? Explique.

11. Calcule el pH en la disolución de cada uno de los siguientes electrodos de quinhidrona a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , si el potencial de electrodo es:

1)  $-0.264 \text{ v}$

2)  $-0.421 \text{ v}$

- a) ¿Qué método electrométrico de análisis se utiliza para las determinaciones de pH?
- b) Describe su fundamento.

- c) ¿En qué etapas del proceso de fabricación de azúcar se realizan determinaciones de pH? ¿Con qué objetivo?
- d) ¿Qué problemas económicos ocasiona no controlar bien el pH en la industria azucarera?

A continuación se propone un sistema de talleres interdisciplinarios que constituyen una forma de trabajo en la que se integran la teoría y la práctica. Se caracteriza por la investigación, el aprendizaje por descubrimiento y el trabajo en equipo.

### Talleres interdisciplinarios.

#### Unidad 1: "La energía del proceso azucarero"

Desarrollar las siguientes temáticas por equipos de no más de 4 estudiantes en cada taller.

- Fuentes de energía utilizadas en el proceso de Fabricación de Azúcar. Compáralas en cuanto a su eficiencia y factibilidad económica.
- Parámetros termodinámicos que se miden para evaluar la eficiencia energética de la industria. Referirse a los valores normales.
- Contaminantes fundamentales que se derivan de las fuentes de energía utilizados. Efectos que provocan al medio ambiente.
- Referirse a algunos parámetros económicos que demuestran la eficiencia energética de la industria azucarera.

## Unidad 2: "La destilación. Aplicaciones. Perspectivas actuales".

### Temática.

- Fundamentos del proceso de destilación. Explicar los objetivos de este proceso para las diferentes industrias del país donde se aplica.
- Establecer las similitudes y diferencias de la destilación en cuanto a tipos de torres utilizadas, cantidad de productos destilados y factibilidad económica del proceso.
- Operaciones unitarias que se realizan. Parámetros termodinámicos que se controlan.
- Perspectivas actuales de la aplicación de procesos de destilación en la industria azucarera para la obtención de alcoholes a partir de la fermentación de mieles finales.

## Unidad 3: "Los coloides, enemigos de la fabricación de azúcar"

### Temática.

- Sustancias coloidales en el jugo de la caña. Clasificación de sustancias orgánicas e inorgánicas. Explicar el efecto económico que pueda ocasionar no eliminarlos en la purificación.
- Punto isoeléctrico de los coloides. Importancia en el proceso de purificación de jugos de caña.
- Coagulación de coloides liófilos. Efecto de los electrolitos

en la coagulación.

- Métodos de análisis utilizados para comprobar la presencia de coloides en los jugos de la caña. Explicarlos.

## Unidad 4: "Mediciones FEM y sus aplicaciones"

### Temática

- Explicar las aplicaciones de las medidas de FEM y relacionarlas con las industrias químicas.
- Productos a los que se le determina pH en la industria azucarera aplicando el método potenciométrico de análisis.
- Plantear las ventajas y desventajas que tiene la aplicación del método potenciométrico para la determinación de pH en la industria azucarera al compararlo con otros métodos tradicionales que se utilizan en estos análisis.
- ¿Qué problemas ocasionan los vertimientos de residuos industriales con pH bajos al medio ambiente. Ejemplificar.

### Actividades investigativas.

Las actividades investigativas seleccionadas por unidades contribuyen a desarrollar en los estudiantes la capacidad de pensar, razonar y actuar creadoramente, tiene como objetivo integrar contenidos, vincularlos con la especialidad, otros programas directores y ejes transversales.

## Unidad 1.

En las calderas de los centrales azucareros se combustiona bagazo para ahorrar petróleo y contribuir a la disminución de la contaminación ambiental.

- Busque datos en la sala de eficiencia del central más cercano que justifique el ahorro de energía.
- ¿Cuáles son los gases contaminantes producidos por la combustión del bagazo?
- Proponga algunas variantes que permitan disminuir los efectos contaminantes del medio ambiente.
- ¿Qué aporte de energía eléctrica hacen los centrales azucareros a la red nacional?

## Unidad 3

Determinar experimentalmente la superficie activa del carbón activado.

En esta práctica se utiliza el absorbente sólido, carbón activado con gran porosidad y gran superficie interna, adsorbato se usan distintas soluciones de sacarosa a diferentes concentraciones. Con su realización el estudiante se familiarizará con uno de los métodos para determinar la capacidad de absorción del carbón activado, adsorbente este usado en la industria azucarera cuando realiza el proceso de refinación de azúcar para eliminar impurezas en los licores.

Por tener importancia este aspecto para los estudiantes y no poder realizarse como práctica de laboratorio dentro el programa lo proponemos como actividad investigativa. La realización de la misma puede hacerse en el laboratorio del centro o en el central en horario fuera de clases y los resultados deben ser discutidos con el profesor para su posterior evaluación.

La técnica operatoria para desarrollar la práctica se le ofrece a los estudiantes.

### Unidad 2 y 3

La glucosa es considerada como un derivado de la industria azucarera, tiene múltiples aplicaciones en la medicina y como materia prima para la producción de sorbitol. La siguiente rotaciones ópticas ( $\alpha$ t) se refieren a la mutarotación de la glucosa sin catalizador y con catalizador.

Sin catalizador

Tiempo (min): 10	10	20	40	60	80	100	Equi
$\alpha(t)^\circ$	20.26	18.92	16.82	15.22	14.06	13.19	10.60

Con catalizador

Tiempo (min): 10	5	10	20	30	40	50	Equi
$\alpha(t)^\circ$	19.80	18.10	15.60	13.93	12.84	12.11	10.60

Las rotaciones específicas de  $\alpha$  y  $\beta$  – D glucosa son respectivamente  $+ 110.0^\circ$  y  $+ 19.7^\circ$  mientras que la correspondiente a la mezcla en equilibrio es  $52.56^\circ$ .

- a) Demuestre que la mutarrotación de la glucosa es un proceso reversible de primer orden y calcule la constante de velocidad de las reacciones directas e inversas.

#### Unidad 4.

La corrosión de estructuras metálicas es un proceso electroquímico altamente perjudicial para la industria azucarera, por esta razón anualmente hay cuantiosas pérdidas económicas.

- Plantee las principales ecuaciones de los procesos electroquímicos que ocurren en la corrosión de diferentes metales.
- Explique alguno de los métodos que permiten el control de la corrosión.
- El contenido de sustancias ferromagnéticas presentes en el azúcar crudo es resultado de la corrosión de tuberías. Proponga medidas para eliminar estos problemas.

#### Laboratorios integradores.

#### Unidad 1.

- Determinación de la masa molar de la sacarosa aplicando el método ebulloscópico.

El método ebulloscópico que se aplica en esta práctica se basa en la propiedad termodinámica de elevación de la temperatura de ebullición por la cantidad de sólidos disueltos. En la industria azucarera se mide este parámetro relacionándolo posteriormente con el índice de sobresaturación, su medición es importante para el proceso de cristalización de azúcar porque indica el momento que comienza la formación de los cristales. Esta práctica brinda los elementos teóricos del método que los técnicos en Fabricación de Azúcar aplicarán con posterioridad en su labor profesional.

## Unidad 2.

- **Destilación fraccionada del sistema etanol – agua.**

En el proceso de destilación el líquido al ebullición pasa a la fase de vapor y posteriormente este vuelve a la fase líquida, pueden apreciarse dos cambio de fase. Se utiliza el sistema de dos líquidos con temperaturas de ebullición muy próximas, el vapor formado contiene una mezcla de ambos por lo que no es posible separarlos con una destilación simple sino fraccionada. Esta práctica resulta de interés para los azucareros pues los cambios de fases que se explicaron anteriormente se producen en los evaporadores y tachos, ambos equipos tienen conectados condensadores para condensar el vapor de agua, los condensados tiene otros usos industriales.

Como parte del proceso de diversificación de la industria azucarera algunos centrales actualmente producen alcoholes a partir de fermentación de mieles finales por ello necesitan conocer los fundamentos del método de destilación.

## Unidad 3.

- **Determinar el orden de reacción del proceso de inversión de la sacarosa en medio ácido.**

El orden de reacción puede determinarse de forma analítica o gráficamente a partir de resultados de experimentales obtenidos. En esta práctica se trata de la sustancia sacarosa que es un azúcar no reductor y en medio ácido se transforma en dos azúcares reductores glucosa y fructosa.

Se aplica el método polarimétrico tratado en análisis químico cuantitativo e instrumental para el estudio cinético de la reacción y se retoman los conceptos que tienen los estudiantes de sustancias ópticamente activas, dextrógiras, levógiras tratados en química orgánica.

En el proceso de fabricación de azúcar las pérdidas mayores de sacarosa son por inversión, esta práctica aporta conocimientos respecto al tema, contribuye a integrar conocimientos y los capacita para solucionar problemas industriales.

- **Determinar la coagulación de un sistema coloidal.**

El jugo de la caña tiene varias sustancias en su composición de naturaleza coloidal que lo impurifican, es necesario eliminarlos a través de procesos químicos para facilitar la cristalización del azúcar. Esta práctica de laboratorio prepara a los estudiantes para utilizar algunos electrolitos en la coagulación de los coloides. No requiere de instrumentos de laboratorio sino algunos útiles como buretas, pipetas y vasos de precipitados, con ellos han desarrollado habilidades manipulativas en la asignatura Análisis Químico cuantitativo e Instrumental y en Química General.

## Unidad 4

- **Determinación de pH a las distintas muestras de jugo de caña o soluciones azucaradas aplicando el método potenciométrico.**

El nexo de esta práctica de laboratorio con la electroquímica es la FEM.

La determinación de FEM en las celdas químicas es la base de una variedad de métodos cuantitativos de análisis y se considera como una suma algebraica de varios potenciales.

$$E_{\text{celda}} = E_{\text{referencia}} + E_{\text{medición}} + E_{\text{unión}}$$

Para obtener los resultados es esencial que  $E_{\text{referencia}}$  y  $E_{\text{unión}}$  sean conocidos o permanezcan constantes durante la medición. Dentro de las aplicaciones de las medidas potenciométricas está la determinación de pH y debe hacerse a muestras de jugo de caña o soluciones azucaradas para relacionar la práctica con su futura labor profesional. La manipulación y cuidado de los electrodos debe tenerse en cuenta porque muchas veces se desconoce. Destacar además por qué las muestras de jugo no debe tener valores de pH bajos y las consecuencias para la eficiencia industrial.

En todas estas prácticas de laboratorios un aspecto importante que contribuye al trabajo independiente es la preparación previa de los estudiantes, por cuanto es responsabilidad del profesor garantizar una buena orientación y preparación de sus alumnos mediante la utilización de diversas estrategias de aprendizaje.

**Orientaciones metodológicas para el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias.**

Las relaciones interdisciplinarias en la especialidad fabricación de azúcar puede establecerse a través de:

- Las formas organizativas de la docencia para el subsistema: Clase de nuevo contenido, clases prácticas, clases de consolidación.
- Talleres interdisciplinarios.
- Actividades investigativas.
- Laboratorios interdisciplinarios.

Teniendo en cuenta el carácter bilateral del proceso docente-educativo se plantean algunas consideraciones de cómo establecer las relaciones entre las disciplinas a través de las formas organizativas de la docencia, constituyendo orientaciones metodológicas para la impartición del programa.

La clase de presentación de un nuevo contenido es donde se trazan pautas para el correcto desarrollo de otras formas organizativas, el profesor ofrece información del contenido reflejando los últimos adelantos de la ciencia y debe promover en los estudiantes motivaciones e ideas creadoras.

En este tipo de clase se puede lograr relacionar los conocimientos al formular las preguntas de control, en la motivación por medio de premisas que abordan relaciones y por último de la orientación de la actividad independiente.

La introducción de nuevos conceptos puede realizarse también a

través de la enseñanza problémica que según Danilov su esencia es "que los alumnos guiados por el profesor, se introducen en el proceso de búsqueda de la solución de problemas nuevos para ellos, gracias a lo cual, aprenden a adquirir independientemente los conocimientos, a emplear los conocimientos antes asimilados y a dominar la experiencia de la actividad creadora". (25,184).

Este tipo de enseñanza se utiliza para impartir algunos contenidos de la asignatura, química – física porque desarrolla los procesos productivos del pensamiento, caracterizado por la capacidad de los estudiantes para apropiarse de lo nuevo, de lo desconocido, por lo tanto desarrollar este tipo de pensamiento implica lograr un aprendizaje basado en la búsqueda, en la solución de problemas, y no en la simple apropiación de los conocimientos ya elaborados por el profesor.

La clase práctica es una forma organizativa donde se propicia el desarrollo de hábitos y habilidades del estudiante, se resuelven problemas, se hacen análisis de resultados experimentales y aplicar sus conocimientos para la realización de actividades investigativas. Los

La clase de consolidación puede estar dentro de la planificación del programa o puede desarrollarse fuera del horario de clases en dependencia de las necesidades que tenga el estudiante. No puede considerarse una simple repetición o repaso de lo asimilado con anterioridad, sino como su enriquecimiento. Tiene como objetivo desarrollar aquellas funciones que contribuyen a la solidez y durabilidad de los conocimientos adquiridos.

En las clases prácticas y de consolidación los ejercicios que se orientan deben estar dirigidos a los aspectos del conocimiento de las

asignaturas o disciplinas sobre las bases de tres niveles diferentes:

- El estudiante para resolver el ejercicio sólo necesita conocer el contenido químico físico.
- El estudiante para resolver el ejercicio químico – físico necesita tener nociones del aspecto con el cual se relaciona la premisa o información.
- El estudiante para resolver el ejercicio además de tener dominio del contenido con el cual se está relacionando.

Como resultado de la actividad mental generalizadora, en las clases prácticas y de consolidación, los alumnos empiezan a comprender las ideas fundamentales y rectoras del curso, las conexiones recíprocas y las relaciones entre diversas partes de éste. Estas actividades docentes desarrollan la capacidad mental generalizadora de los alumnos, se eleva la comprensión de cosas concretas aisladas hasta el establecimiento de conexiones o relaciones comunes y esenciales hasta la asimilación de los conceptos.

El taller como forma organizativa de la docencia puede tomar elementos de otros tipos de clases como los seminarios, clases prácticas, conferencias, etc. Tiene diversas funciones las cuales se relacionan a continuación:

1. Cognoscitiva: Es la sistematización de los conocimientos adquiridos durante el aprendizaje, en su actualización y en la concreción y consolidación.
2. Metodológica: En el hecho de que cada taller deviene modelo de actuación pedagógica y debe revelar métodos

de apropiación y exposición de contenido científico que luego debe adecuar a los requerimientos de la asignatura escolar.

3. Educativa: En el estrecho contacto profesor – alumno, alumno – alumno, los métodos de discusión adecuados, el reconocimiento al mérito ajeno y la cooperación en la construcción de los aprendizajes contribuyen de forma interesante a la función educativa.
4. Control: En el diagnóstico del nivel de conocimientos y habilidades de los estudiantes y su desarrollo progresivo para alcanzar los objetivos propuestos, ya que el taller es la vía idónea para que la evaluación cumpla con su función formativa y el estudiante ejerza el autocontrol de su aprendizaje.

Los talleres interdisciplinarios deben utilizarse siempre con el propósito de integrar, sistematizar y consolidar conocimientos y tener en cuenta:

- Abordar la problemática circunscrita a un conjunto de temas del programa de una asignatura a manera de anexo o sistematización.
- Establecer relaciones entre varias asignaturas que conforman la disciplina en el mismo año. También para establecer nexos interdisciplinarios entre disciplinas que coexisten en el mismo año, o que preceden o suceden a aquella que sirve como eje integrador.
- La búsqueda parcial de carácter investigativo o desarrollo de habilidades generales del modelo del profesional.

### Actividades investigativas.

Este tipo de actividad refleja el nivel más alto de la asimilación de los conocimientos y desarrolla el pensamiento creador de los alumnos.

Los tipos de actividades investigativas que puede planificarse son: análisis y valoración de datos buscados en la industria aplicado a una temática de Química – Física, trabajo con diferentes textos y documentos y actividades experimentales relacionados con aspectos químico – físicos y aplicados a la industria azucarera.

El carácter activo que tiene la adquisición de conocimientos en la forma anteriormente analizada refuerza su concientización.

### Prácticas de laboratorio.

Este tipo de actividad es esencial para el establecimiento de relaciones interdisciplinarias y deben aplicarse sobre la base del reforzamiento de habilidades teóricas, los objetivos fundamentales de las prácticas de laboratorio son:

- Adquirir los métodos, habilidades y hábitos de la experimentación.
- Consolidar, ampliar, profundizar y generalizar los fundamentos científico – técnicos de la asignatura Química – Física por medio de la experimentación vinculándolo con la producción azucarera.

Las actividades a resolver por los estudiantes en el laboratorio deben ser organizadas sobre la base que ellos descubran por sí mismos el objetivo preciso del conocimiento, que los fenómenos se muestren

en la forma natural y que se haga la selección de los conceptos a ser tratados en función de su importancia y valor formativo.

A continuación se propone un algoritmo de trabajo que sirve de orientación para establecer las relaciones interdisciplinarias a través de la asignatura Química – Física, en la especialidad Fabricación de Azúcar y puede utilizarse para hacerlo en otras asignaturas del plan de estudio.

- Establecer los nexos de conceptos entre la asignatura Química – Física y otras del plan de estudio.
- Relacionar los aportes conceptuales que hacen asignaturas precedentes a la Química – Física y esta a las posteriores.
- Analizar el sistema de conocimientos y habilidades de las asignaturas que tienen relación estrecha.
- Perfeccionar el programa de la asignatura sobre la base de la interdisciplinariedad.
- Elaborar un conjunto de actividades interdisciplinarias.
- Aplicar el conjunto de actividades interdisciplinarias en las diferentes formas organizativas del proceso docente educativo y evaluar los resultados.

CAPITULO III  
RESULTADOS DEL  
EXPERIMENTO  
PEDAGÓGICO.

### 3.1 Resultados e indicadores medidos.

#### Métodos empleados

**Histórico-lógico:** Se utilizó para conocer las distintas etapas del objeto en su sucesión cronológica, para ello se realizó una revisión de los programas de las asignaturas Química-Física, Análisis Químico Cuantitativo e Instrumental, Química General, Tecnología Azucarera y Análisis Azucarero, así como los planes de estudio de la especialidad Fabricación de Azúcar desde el año 1975.

**Hipotético deductivo:** Tiene como cualidad fundamental unificar el conocimiento científico en un sistema integral que presenta una estructura jerarquizada de conceptos, leyes y principios. Se utilizó para el diseño del sistema de actividades interdisciplinarias y el rediseño del programa de estudio.

#### Empíricos.

**Experimento Pedagógico:** En el curso 1999 – 2000 y 2000 – 2001 se realiza el experimento pedagógico en el que se comenzó realizando encuestas a profesores de Química, de Fabricación de Azúcar, metodólogos de la enseñanza, director y subdirector docente de la escuela técnica azucarera "José Antonio Hidalgo" municipio Florida. El objetivo fue comprobar el grado de dominio de estos especialistas respecto a la interdisciplinariedad y como establecerla en actividades de aprendizaje.

Se realizó consulta con especialistas y profesores de experiencia para conformar el conjunto de actividades interdisciplinarias y las orientaciones metodológicas para el establecimiento de estas relaciones.

Para la realización del experimento se toma el grupo de 3er año de Fabricación de Azúcar, se aplicó una prueba diagnóstica inicial y se evaluaron habilidades tales como: nomenclatura de los compuestos químicos, aspectos relacionados con las leyes del equilibrio químico, cinética y reacciones de oxidación - reducción.

Se conformó un conjunto de actividades interdisciplinarias y se incorporó a las distintas formas organizativas del proceso docente educativo, al aplicarse se fueron midiendo los indicadores rendimiento académico y sistematicidad.

### Estadístico-matemático.

El procesamiento de los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial y final se realizó mediante la prueba estadística no paramétrica denominada "Rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon", basada en el caso de dos muestras relacionadas, creando parejas de sujetos al azar en las que se asignan los miembros de cada pareja en las dos condiciones. Esta prueba permitió conocer la significación estadística para un nivel de significación de  $\alpha=0.05$ , es decir, un 95% de confiabilidad entre dos proporciones provenientes de dichos diagnósticos.

El método matricial se utilizó para fundamentar que el programa de Química-Física tenía relación sus contenidos, además se aplicó a cada una de las unidades del programa rediseñado comprobando que la introducción de cada concepto necesita de otros, que los mismos se encuentran en orden lógico y no se propone excluir ningún concepto de la matriz.

Todas estas matrices se construyeron partiendo de una pirámide de conceptos en la que se seleccionó una idea central, los conceptos

principales y los secundarios.

### Instrumentos aplicados.

- Encuestas a profesores de Química, de la especialidad Fabricación de Azúcar, Metodólogos de la enseñanza, director, subdirector docente y otros profesores.
- Diagnóstico inicial y final a los estudiantes de 3er año de Fabricación de azúcar.
- A continuación se presentan los resultados de la encuesta aplicada a diferentes especialistas.

Tabla 3.1: Resultados generales de la encuesta realizada

<u>Especialistas</u>	<u>Preguntas</u>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1 – Química.	<u>B (3)</u> <u>R (2)</u> M (1)	<u>B (2)</u> <u>R (2)</u> <u>M (2)</u>	<u>B (1)</u> <u>R (2)</u> <u>M (3)</u>
2 – Fabricación de Azúcar.	<u>B (0)</u> <u>R (2)</u> M (2)	<u>B (0)</u> <u>R (1)</u> <u>M (3)</u>	<u>B (0)</u> <u>R (1)</u> <u>M (3)</u>
3 – Metodólogos del área.	<u>B (1)</u> <u>R (2)</u> M (0)	<u>B (0)</u> <u>R (3)</u> <u>M (0)</u>	<u>B (0)</u> <u>R (2)</u> <u>M (1)</u>
4 – <u>Director</u> del centro.	<u>B (0)</u> <u>R (1)</u> M (0)	<u>B (0)</u> <u>R (1)</u> <u>M (0)</u>	<u>B (0)</u> <u>R (0)</u> <u>M (1)</u>
5 – Sub – director del centro.	<u>B (0)</u> <u>R (1)</u> M (0)	<u>B (0)</u> <u>R (1)</u> <u>M (0)</u>	<u>B (0)</u> <u>R (1)</u> <u>M (0)</u>
6- Otros profesores	<u>B (4)</u> R (4) M (3)	<u>B(3)</u> R (6) M (2)	<u>B (3)</u> R (3) M (5)

Fig. 3.1: Encuesta a especialistas de Química.

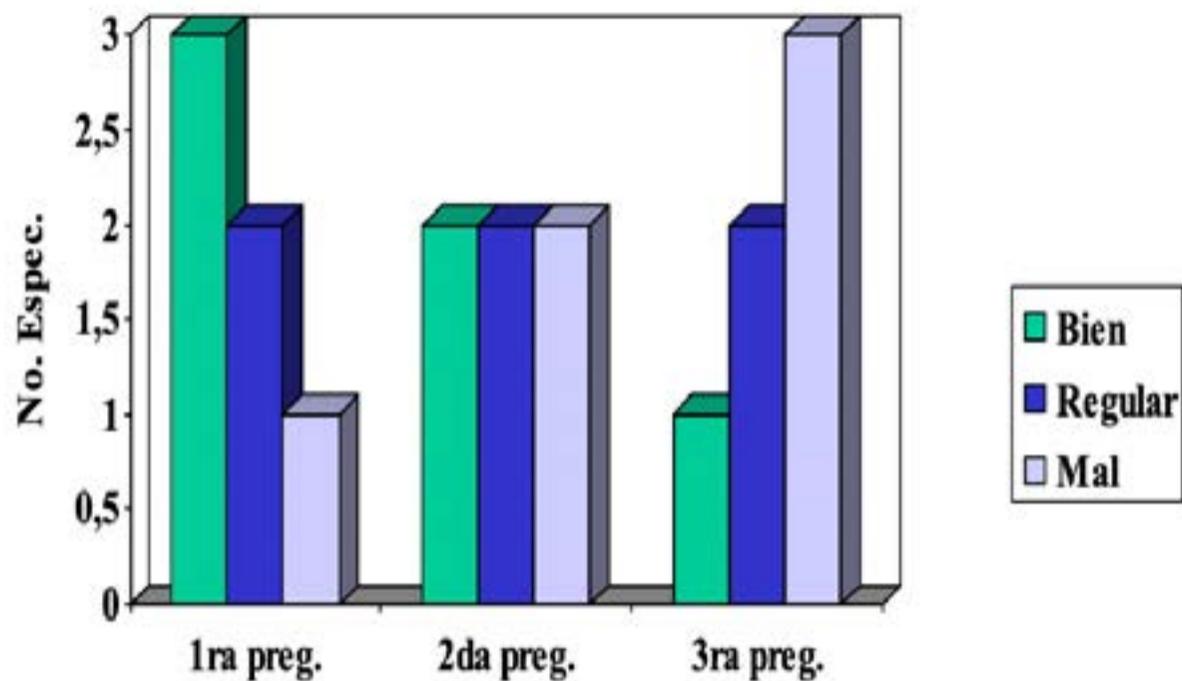


Fig. 3.2: Especialistas en Fabricación de Azúcar.

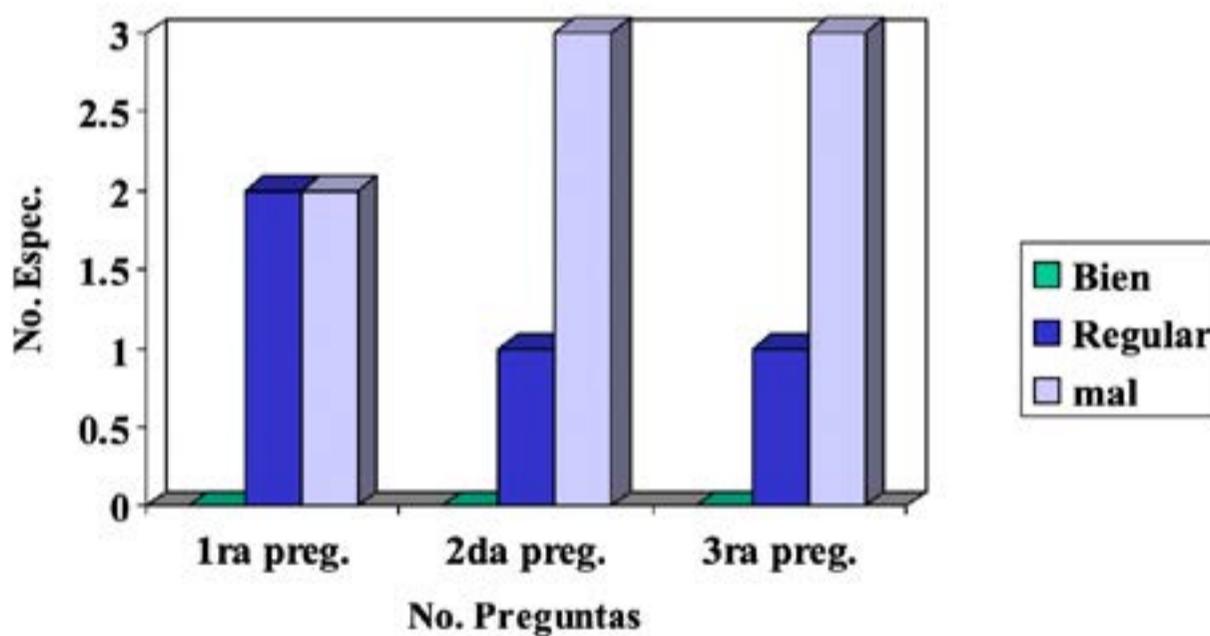


Fig. 3.3: Metodólogos del área:

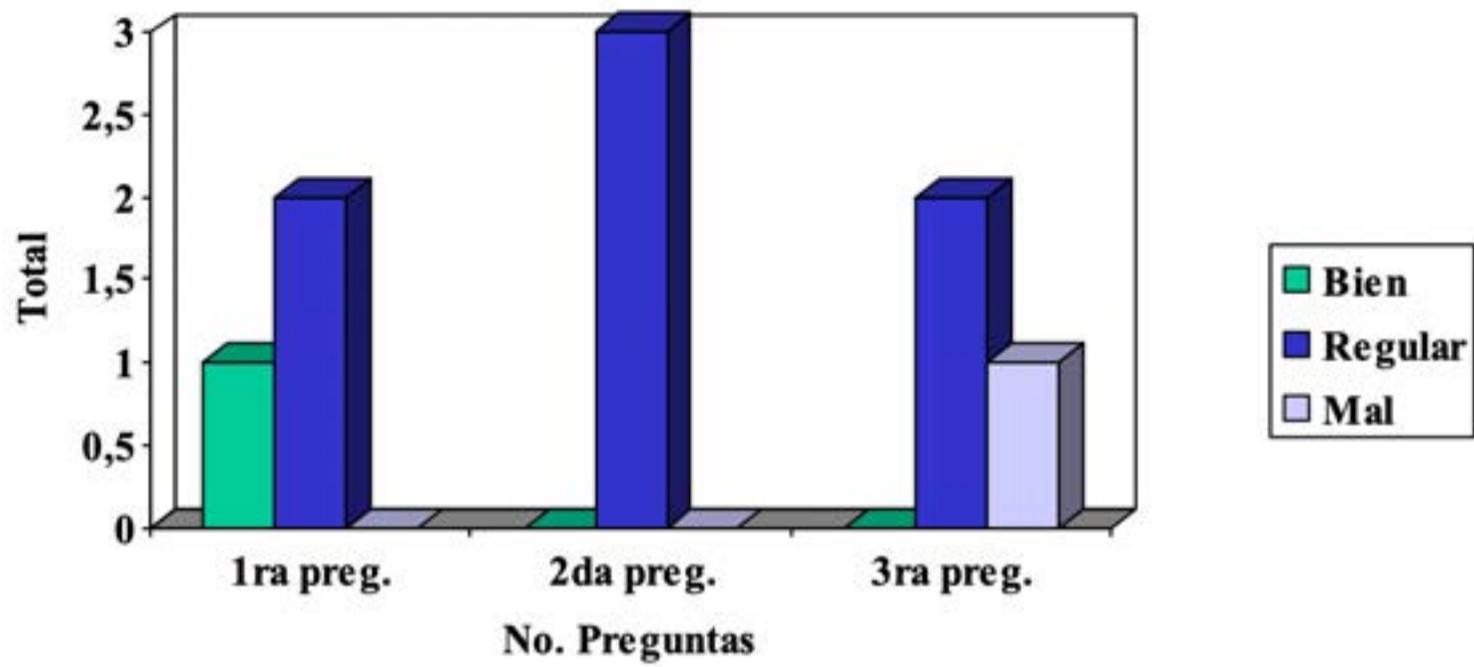


Fig. 3.4: Director del centro:

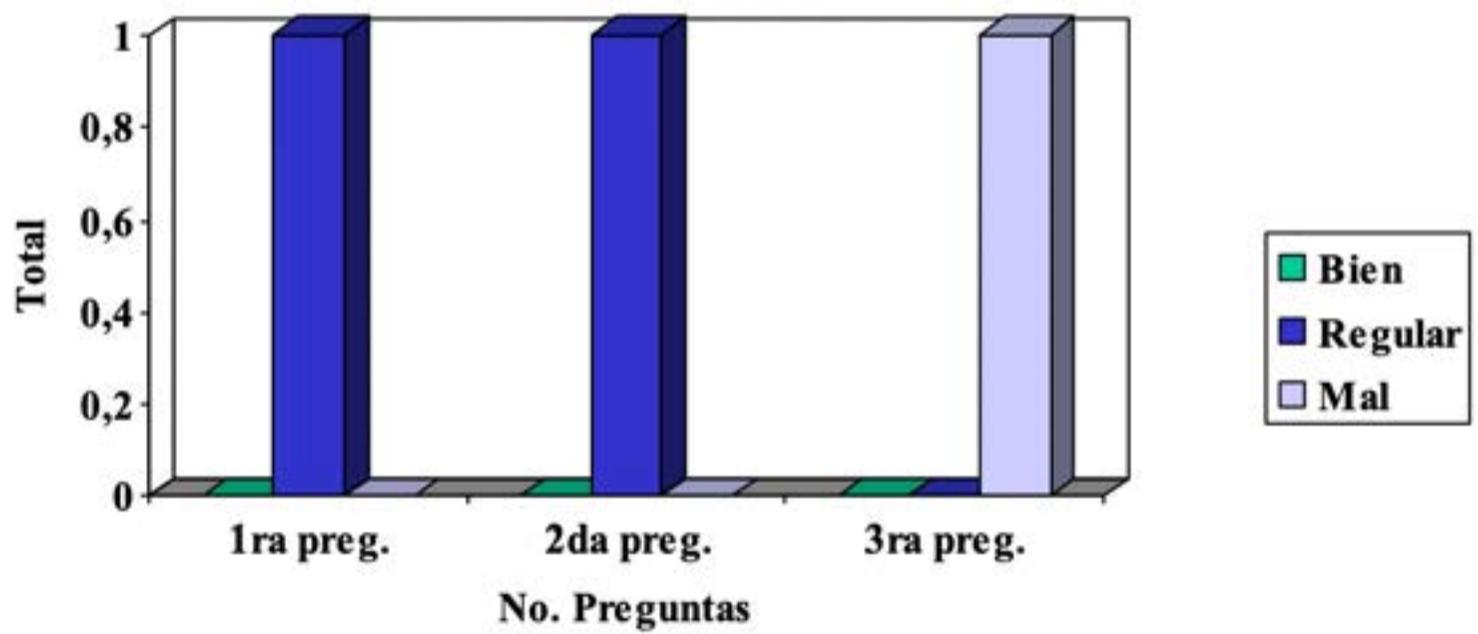


Fig. 3.5: Sub director docente:

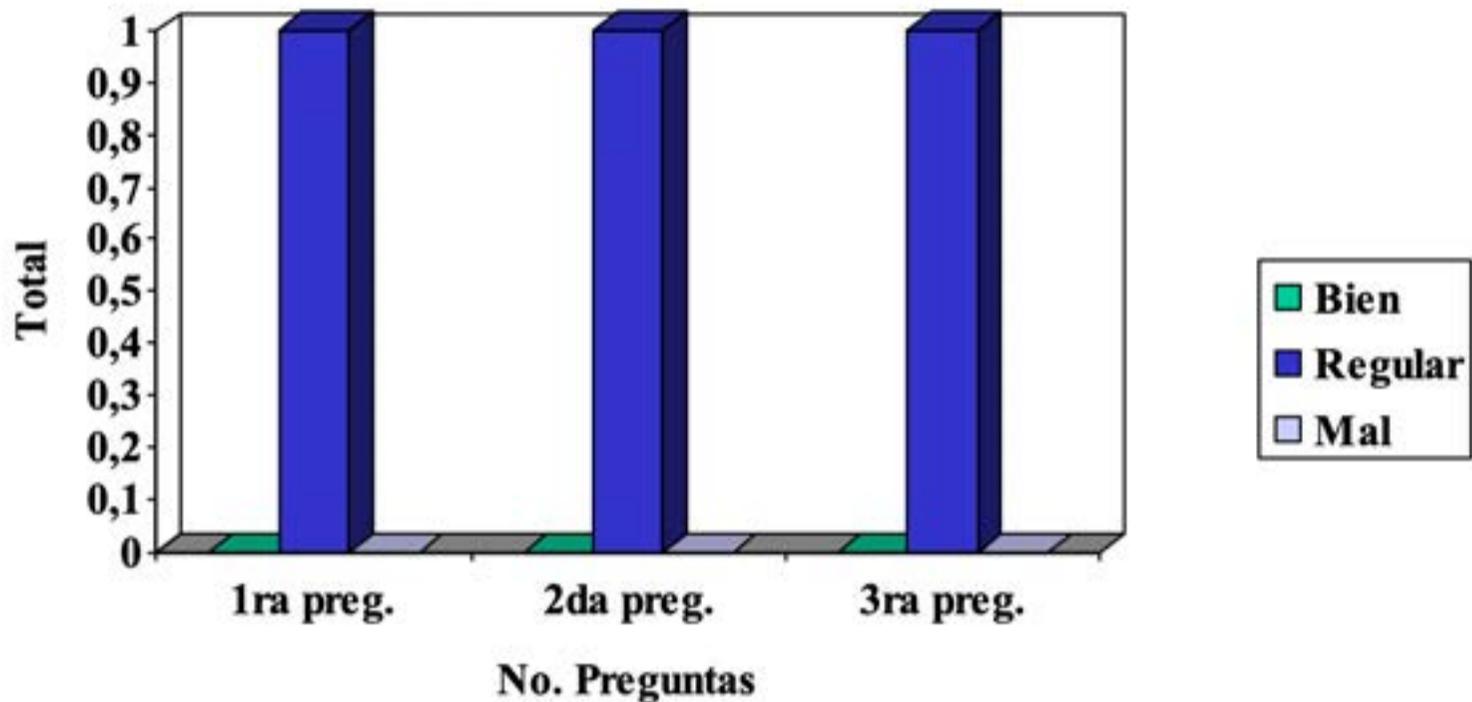
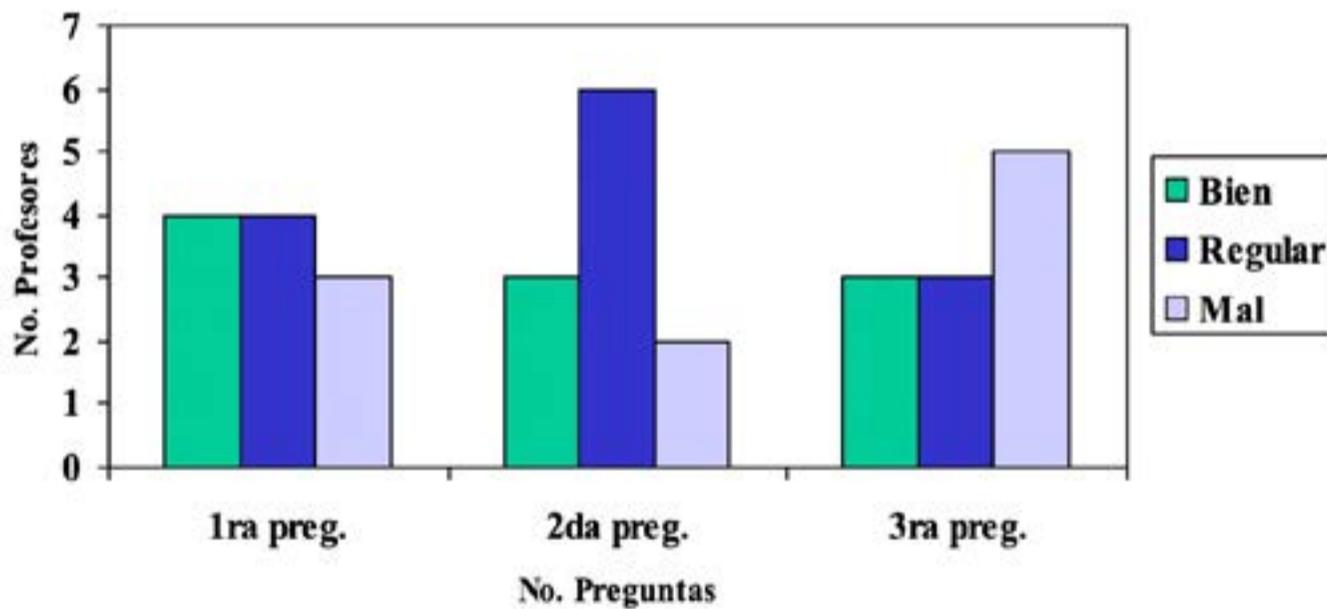


Fig. 3.6: Otros profesores de la especialidad Fabricación de Azúcar:



Los resultados cualitativos y cuantitativos de las encuestas aplicadas a todos los especialistas se analizan a continuación: En la pregunta número uno relacionada con el conocimiento

de la interdisciplinariedad se puede apreciar que de todos los encuestados solamente en tres de los casos hubo respuestas de bien correspondiendo a los especialistas de química (50 %), otros profesores de la especialidad fabricación de azúcar (36,3 %) y metodólogos del área (33,3 %).

En el caso de los directivos de la enseñanza (director y subdirector docente) solo hay un conocimiento regular así como en los metodólogos (66,6 %), siendo contradictorio este resultado ya que es el personal encargado de asesorar a los docentes en esta dirección.

Se destacan con evaluación de mal el 50 % de profesores de fabricación de azúcar y el 27,2 % de otros profesores de la especialidad, lo cual resulta consecuente con lo analizado en el párrafo anterior.

El análisis realizado permite afirmar que no existe un buen dominio de esta temática en la enseñanza técnica profesional.

La pregunta número dos aplicada a los directivos de la enseñanza se refiere a ejemplos que evidencian las relaciones interdisciplinarias, las respuestas de bien le corresponden al 33,3 % de los especialistas de química y al 27,2 % de otros profesores de la especialidad, existe un predominio de respuestas regular y mal, fundamentalmente en los profesores de fabricación de azúcar, metodólogos del área, director y subdirector del centro y otros profesores, lo cual está dado en que no puede ejemplificarse bien si no existen conocimientos teóricos que lo fundamenten.

La pregunta número tres tiene como fundamento conocer cómo se organiza el aprendizaje de los alumnos utilizando las relaciones

interdisciplinarias, aquí debe mostrarse algunas experiencias en la organización de las mismas y se ha podido constatar a través de los resultados obtenidos que respuestas de bien solo la da el 16,6 % de los especialistas de química, el resto son evaluadas con categorías de regular y mal, todo ello obedece a los resultados obtenidos en la pregunta uno y dos.

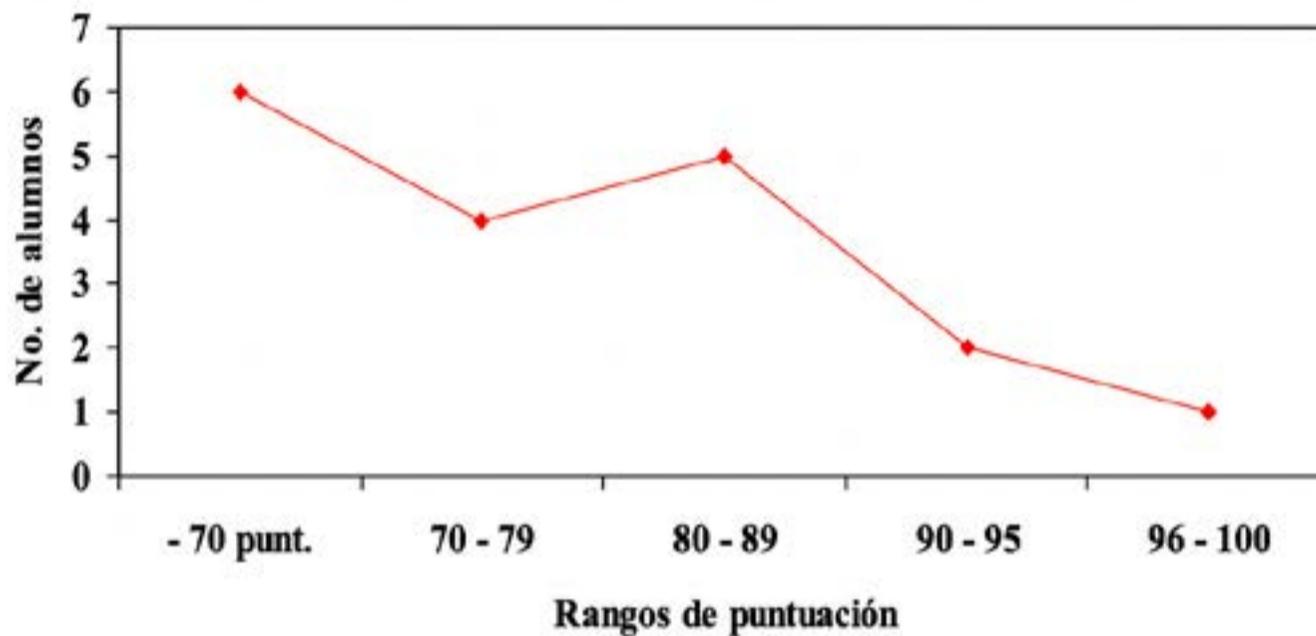
Esto permite considerar que en la enseñanza objeto de análisis hay dificultades significativas en la temática abordada.

Se seleccionó el grupo de estudiantes de 3er año de la especialidad Fabricación de Azúcar para realizar el experimento pedagógico con el objetivo de analizar las transformaciones cuantitativas y cualitativas en el proceso docente educativo. La población es de 18 alumnos coincidiendo con la muestra.

La prueba diagnóstica inicial aplicada (Anexo 7) a los estudiantes tiene como objetivo comprobar el dominio de los conocimientos de asignaturas precedentes a la Química Física. Con evaluación excelente hay un 5.55%, alto el 11.11%, medio 27.77%, bajo el 22.22% y de deficiente el 33.33%.

El porcentaje mayor está en los evaluados de bajo y deficiente (55.55 %), lo cual demuestra que no hay buena permanencia de los conocimientos de otras asignaturas en el transcurso del tiempo.

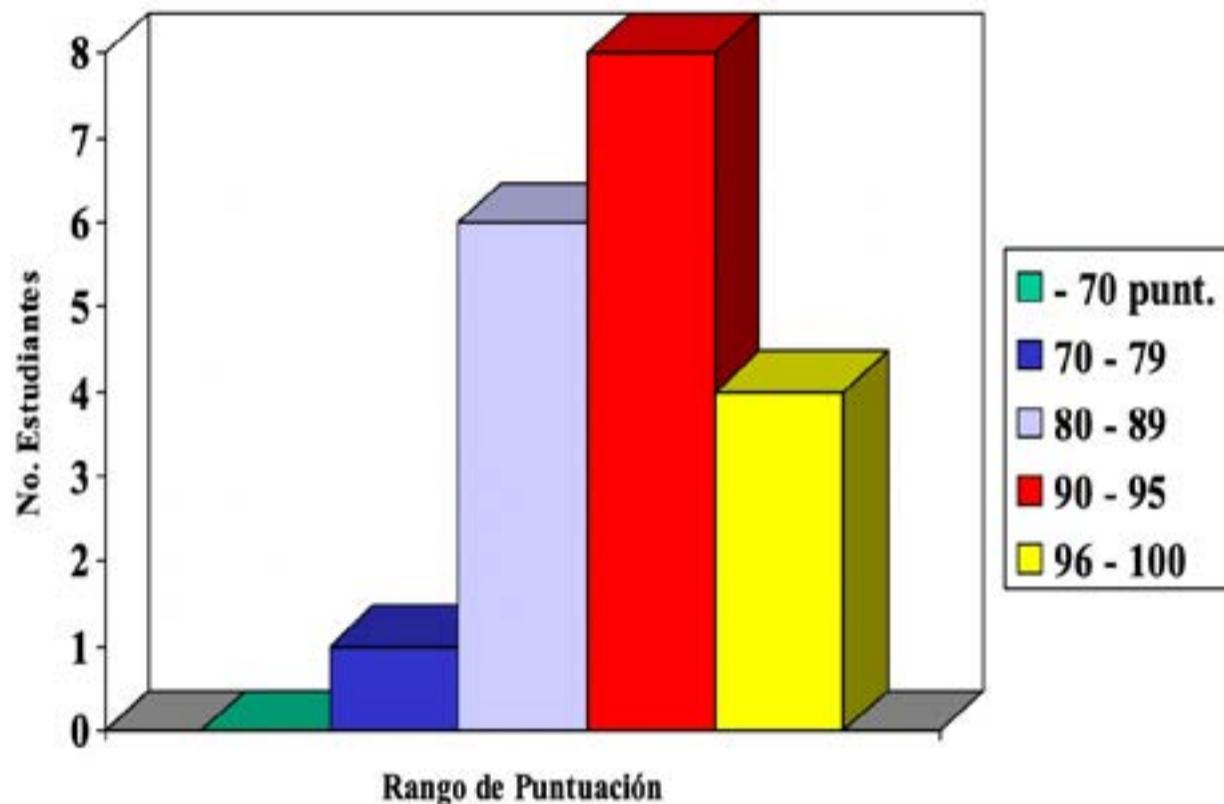
Fig. 3.7: Resultados de la prueba diagnóstica



### Resultados de las actividades sistemáticas

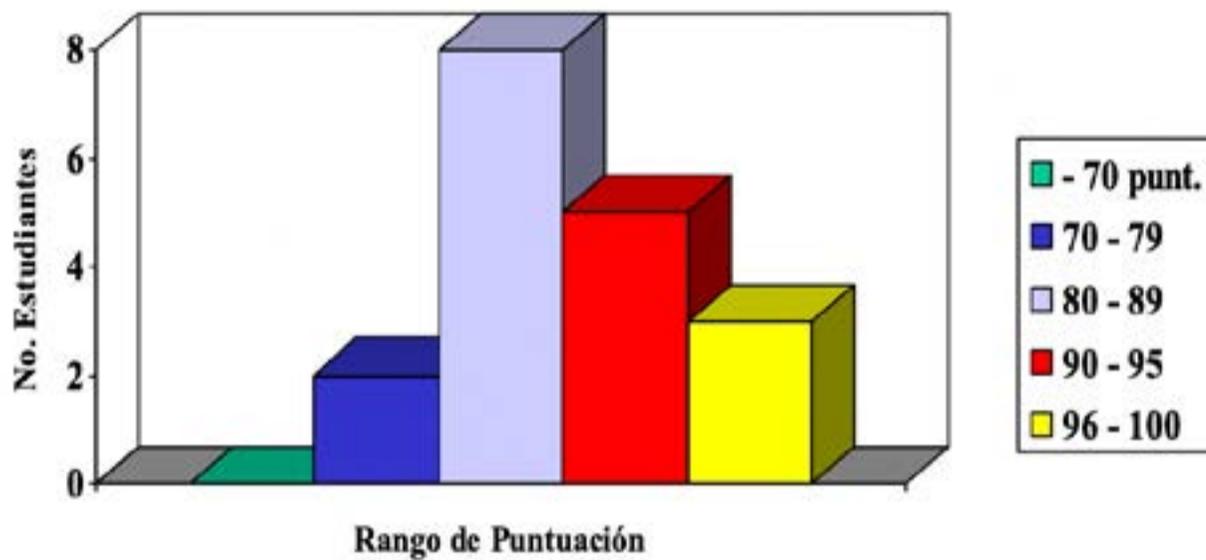
- La primera actividad de este tipo que se evalúa son las preguntas de control en clases, al promediarlas se aprecia que el 22,22% de los estudiantes tienen calificaciones entre 70 – 79 puntos y el 77,77% calificaciones entre 80 – 100 puntos.

Fig. 3.8 Promedio de las preguntas de control en clases.



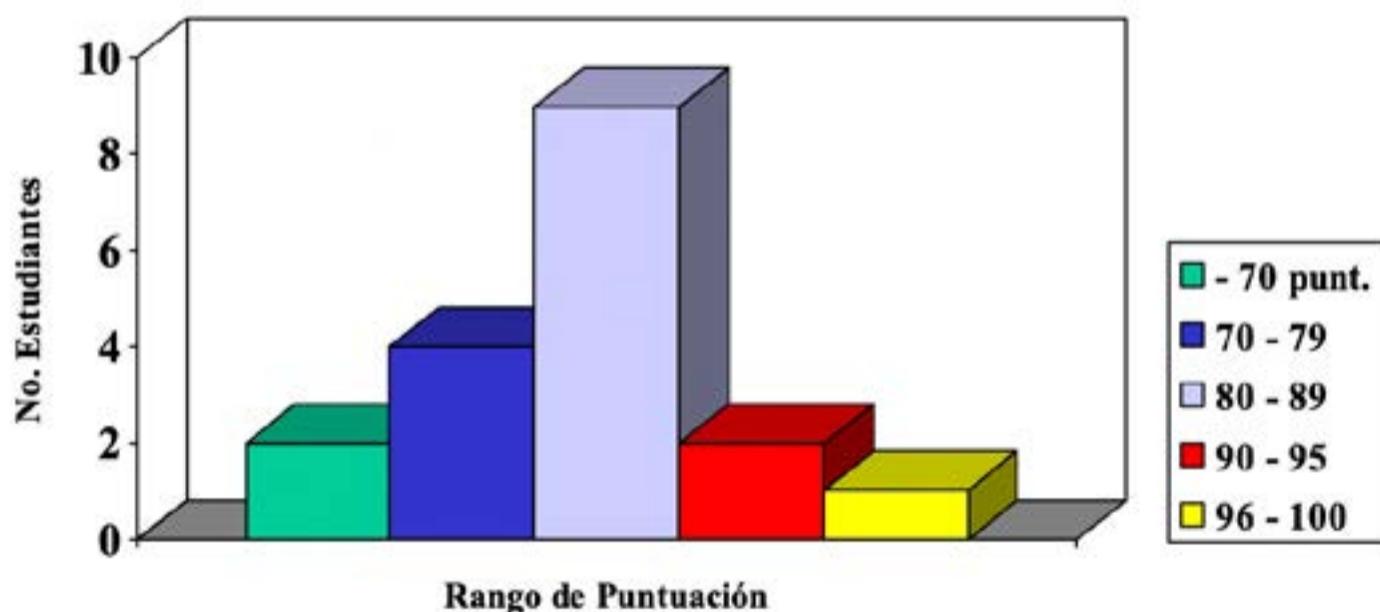
- **Clases Prácticas:** Se observa que el mayor porcentaje de estudiantes (44.4%) están clasificados con categoría de medio rendimiento. Se manifiesta como regularidad el poco dominio que tiene estos es la aplicación de algunas propiedades estudiadas en la asignatura matemática necesarias para resolver problemas en Química - Física.

Fig 3.19 Resultados promedios de las Clases Prácticas



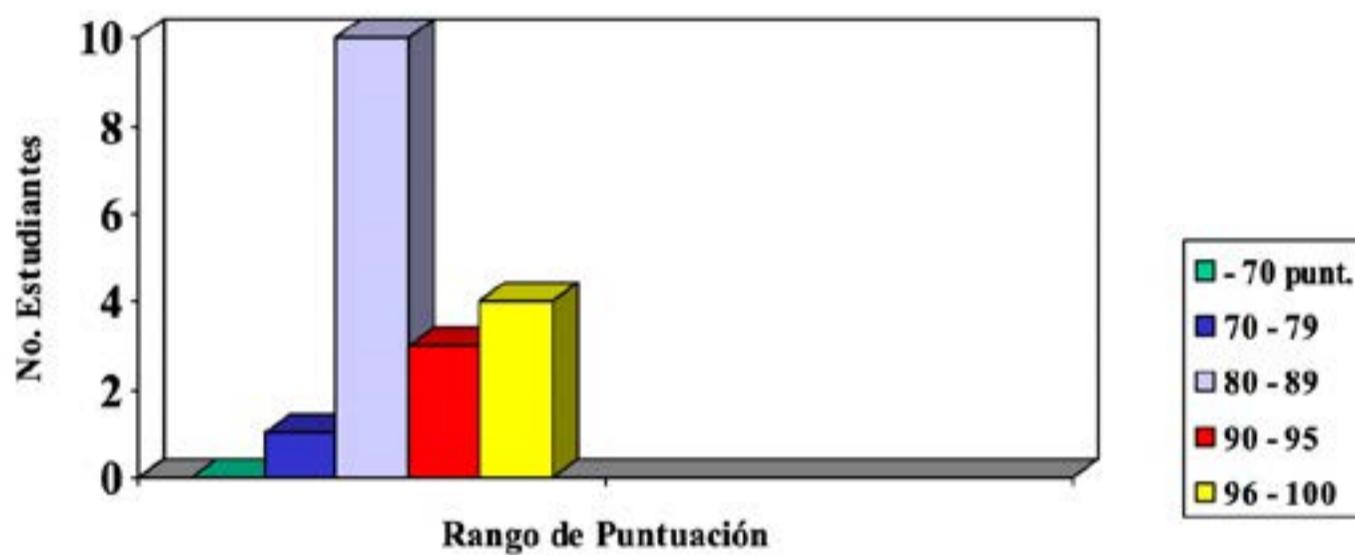
- **Actividades Investigativas:** Se realizaron 4 y al promediar sus resultados se observa que el 11,11% de los estudiantes están clasificados de deficientes (menos de 70 puntos).

Fig 3.10 Resultado promedio de Actividades Investigativas



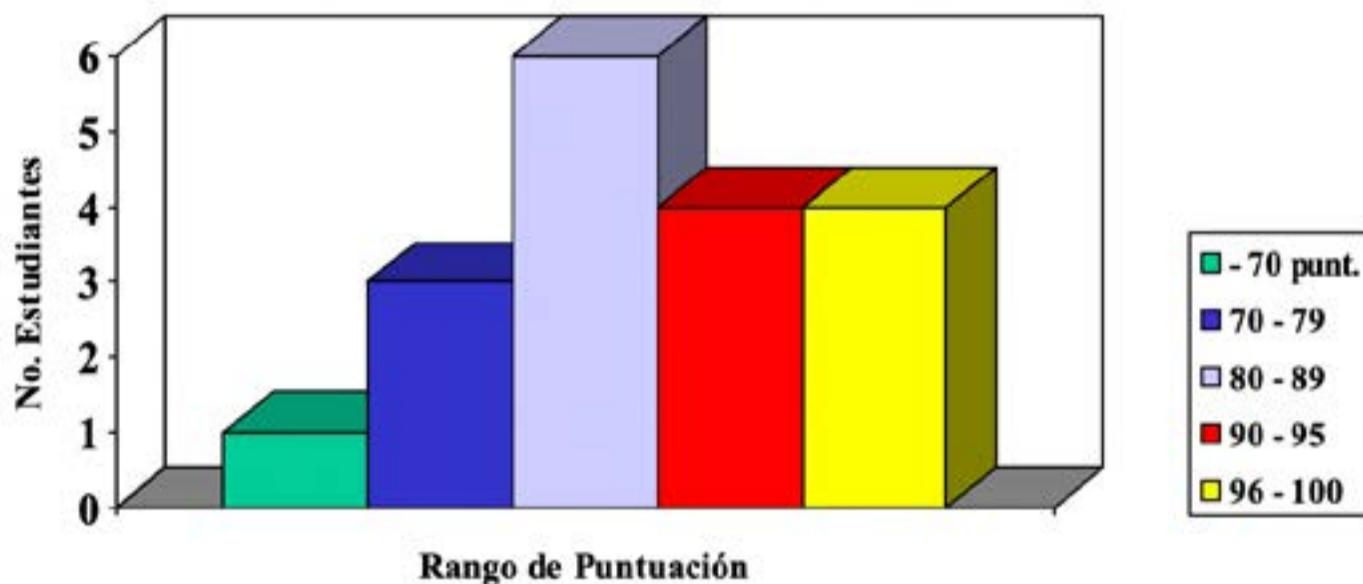
**Taller Interdisciplinario:** La observación realizada durante el experimento permite asegurar que este tipo de actividad es la que más motivó a los estudiantes, donde se logró una mejor preparación y participación, solo el 5,55% se clasifican de bajo rendimiento.

Fig 3.11 Resultados promedios de los Talleres Interdisciplinarios



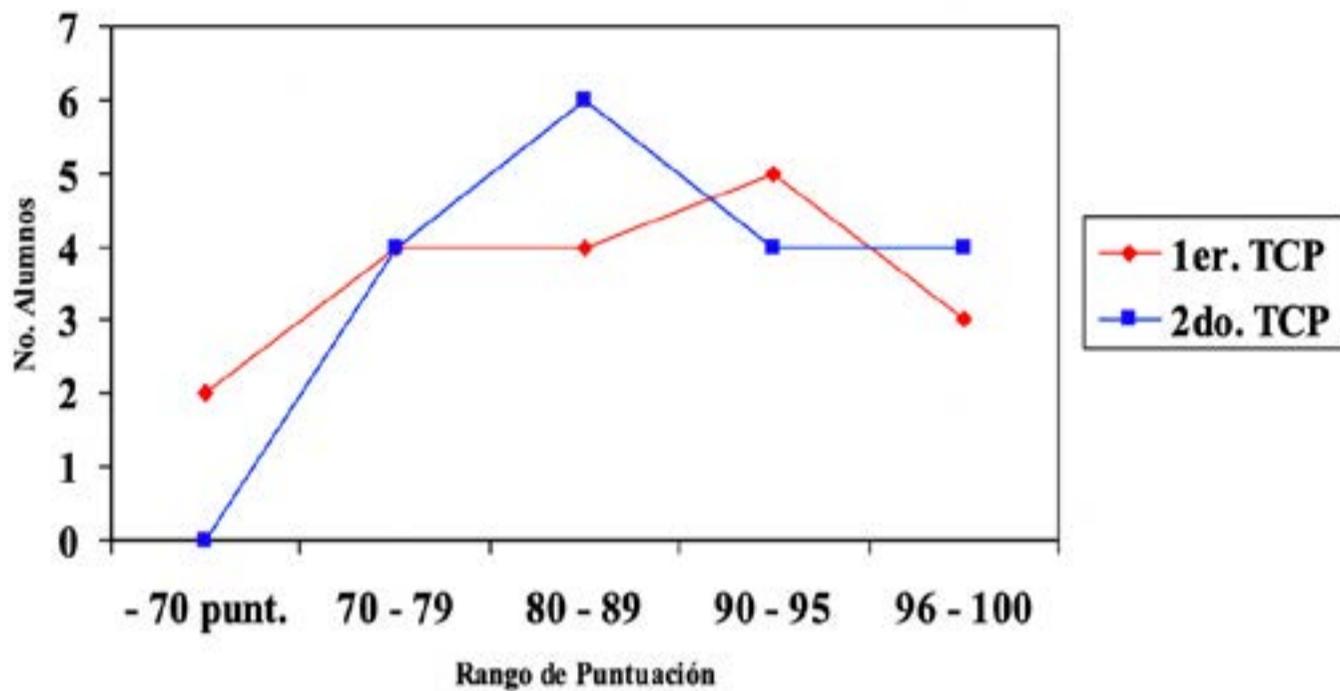
- **Prácticas de Laboratorio:** De las 7 prácticas realizadas en el semestre se pudo constatar que el 22,21% de los estudiantes tienen notas de menos de 70 puntos y entre 70 y 79 puntos, el factor que más influyó en este resultado fue la preparación para su realización y la confección de los informes de las prácticas.

Fig 3.12 Resultados promedios de las Prácticas de Laboratorios



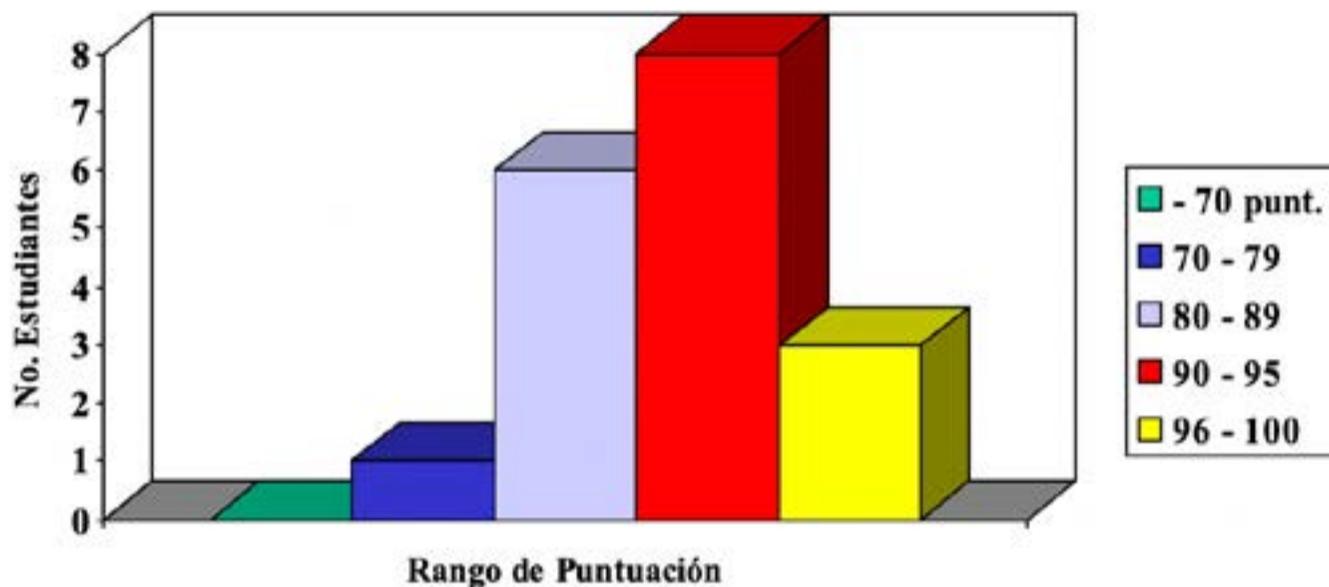
En el primer y segundo trabajo de control el 66.65% y 77.77% respectivamente corresponden a estudiantes evaluados con categorías de medio, alto y excelente rendimiento, debiendo destacarse que en el primero hay 5.55% de estudiantes evaluados de deficiente y un mejor comportamiento en el segundo trabajo de control, lo cual se debe fundamentalmente a la sistematicidad con que han sido aplicadas las actividades interdisciplinarias.

Fig. 3.13: Resultados del 1er y 2do trabajo de control



En la prueba final integradora el 5.55% de los estudiantes son de bajo rendimiento y en el 94.43% están aquellos de medio, alto y excelente rendimiento, demostrándose el incremento en la calidad de los resultados producto de la aplicación del conjunto de actividades interdisciplinarias.

Fig. 3.14: Resultados de la prueba final.

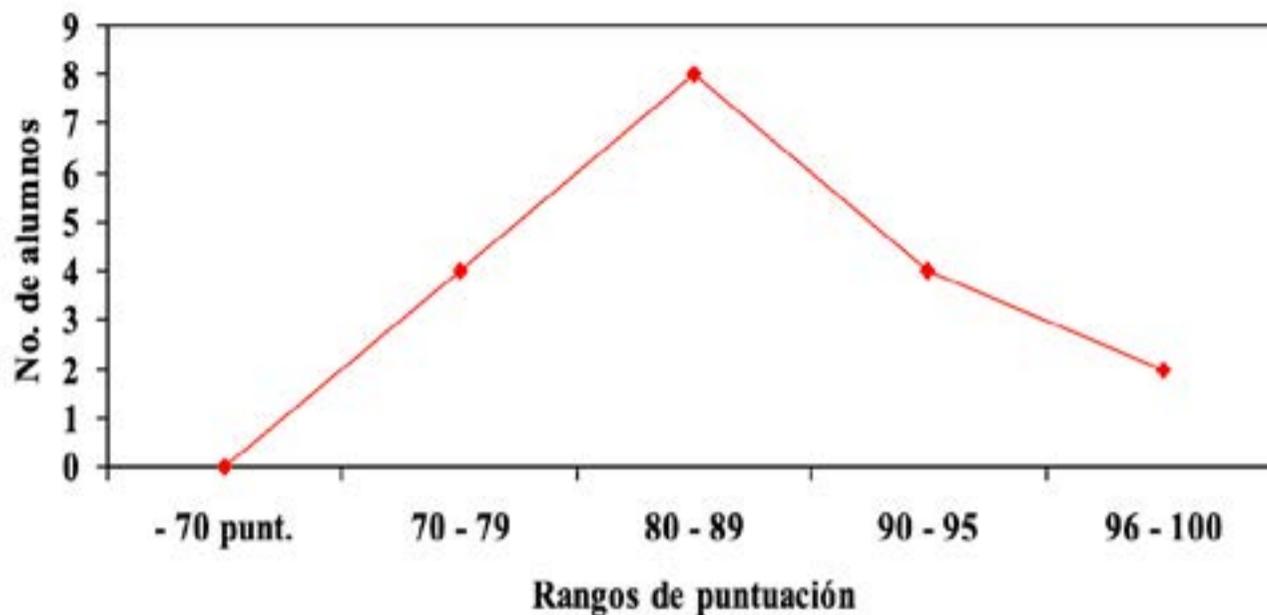


Otro de los indicadores utilizados para medir la solidez de los conocimientos fue el examen estatal integral, donde el 38.88% de los alumnos sus resultados son considerados de alto rendimiento, el 50% de medio rendimiento y el 11.11% de bajo rendimiento, no hay alumnos deficientes. Estos resultados corroboran la efectividad del conjunto de actividades interdisciplinarias aplicadas.

Fig. 3.15: Resultados del examen estatal integral.

La prueba de salida (Anexo 8), se aplicó a todos los estudiantes del grupo con los siguientes resultados:

Fig. 3.16: Prueba diagnóstica de salida



Es bueno destacar que para cualquier categoría de estudiantes hubo logros en cuanto a resultados académicos, los deficientes gradualmente aumentaron las posibilidades de obtener mejores resultados y los de medio rendimiento aumentaron sus notas.

Se observó un crecimiento cuantitativo y cualitativo en los resultados de las Actividades Sistemáticas hasta la prueba final y el examen estatal integral con el que culminó el experimento pedagógico.

### Análisis del indicador sistematicidad

Al realizar un análisis de las actividades docentes que los estudiantes realizaron y sus resultados académicos la autora del trabajo considera como sistemático el estudiante que participa en más del 90% de las actividades docentes; intermitente aquel que asiste entre el 50 y el 89% de las actividades propuestas y finalistas aquellos que participan en menos del 49% de las actividades docentes programadas.

En el curso 1999 – 2000 donde se aplica el conjunto de actividades interdisciplinarias y se miden los indicadores se determinó que de los estudiantes con categoría de alto y excelente rendimiento el 75.8% y el 86.5% respectivamente son sistemáticos, los alumnos de bajo rendimiento y deficientes coinciden con el mayor porcentaje de finalistas 46,1% y 41,3% respectivamente. (Ver anexo 10 y 11).

### 3.2 Resultados de la prueba de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon

Se realizó una prueba diagnóstica inicial a los estudiantes de 3er año de la especialidad de Fabricación de Azúcar en la que se midieron las siguientes habilidades:

- Nombrar y formular sustancias químicas.
- Diferenciar los enlaces químicos.
- Representar ecuaciones de reacciones.
- Plantear las expresiones de  $K_c$  y  $K_p$ .
- Determinar la FEM de una pila en condiciones estándar.
- Definir conceptos esenciales.

Se trabajó con una muestra de 18 estudiantes coincidiendo con la población. El nivel de significación usado fue de 0.05, esta prueba no paramétrica se usa para decidir si hay diferencias en los puntajes finales e iniciales de cada dimensión en las poblaciones a partir de muestras aleatorias apareadas en escalas ordinales.

Curso 1999 – 2000.

Un miembro de cada pareja escogido al azar en la variable X y un compañero en la variable Y.

**Hipótesis.**

$H_0$ : No existe diferencia significativa entre los resultados correspondientes a la variable X y a la Y, los rangos positivos son iguales a la suma de los rangos negativos.

$H_1$ : Los resultados correspondientes a la variable Y son mejores que los resultados correspondientes a la variable X, la suma de los rangos negativos es la suma significativamente más pequeña.

**Variable.**

X → Resultado del diagnóstico inicial.

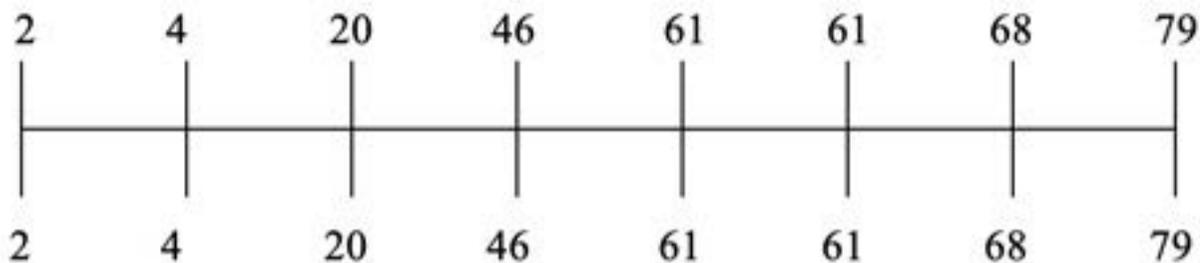
Y → Resultado del diagnóstico final.

Se formaron 9 parejas  $N = 9$

Pareja	Puntaje Y	Puntaje X	d	Rango de d	Rango de signo menos frecuente
1	91	45	46	46	
2	86	23	63	63	
3	95	75	20	20	
4	79	18	61	61	
5	89	21	68	68	
6	78	80	-2	-2	2
7	84	5	79	79	

8	93	32	61	61	
9	87	83	4	4	

$$T = 2$$



Para  $\alpha = 0.05$  se obtiene como valor tabulado ( $T = 4$ ) y el valor de  $T$  observado es igual a 2.

Por tanto hay diferencias significativas entre los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial y final, acepto  $H_1$  y rechazo  $H_0$ .

Al realizar un análisis de los resultados del experimento se puede constatar que los estudiantes en el diagnóstico inicial presentan dificultades en las reglas de nomenclatura para el nombramiento y formación de sustancias químicas, representación de las ecuaciones de las reacciones químicas, identificación de los tipos de enlaces químicos.

En la representación de las constante de equilibrio  $K_c$  y  $K_p$  para reacciones en equilibrio desconocen que las sustancias puras y en estado sólido no se pone en estas expresiones, este aspecto se profundiza en la asignatura Química – Física al calcular la variación de energía libre de Gibbs en las condiciones en las que se produce la reacción.

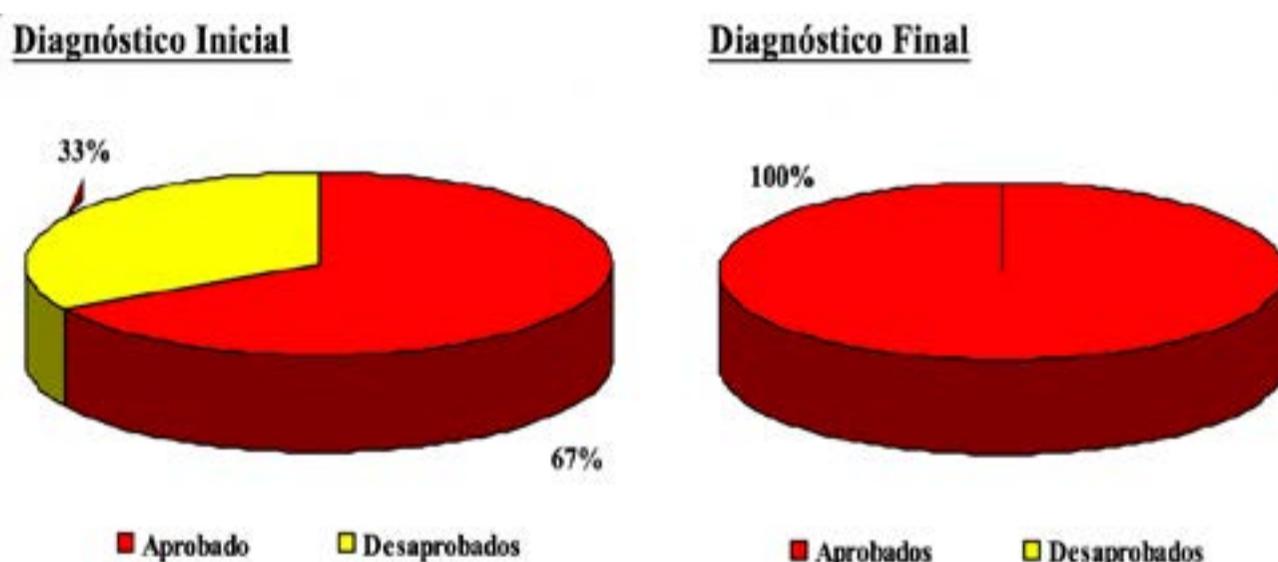
En el cálculo de la FEM de las pilas químicas los estudiantes no

conocen que proceso ocurre en el ánodo y cual en el cátodo por lo que hace un uso incorrecto de los potenciales de electrodo. Este aspecto del contenido es abordado con mayor profundidad al aplicar la ecuación Nernst en el tema Electroquímica de la asignatura Química – Física.

De los conceptos fundamentales evaluados los de mayor dificultad fueron electrólitos fuertes y débiles y electrodo.

Los resultados de la prueba diagnóstica final fueron superiores a la inicial, las preguntas formuladas en el examen son integradoras y vinculadas estrechamente con la producción azucarera, lo que permite asegurar que la introducción del conjunto de actividades interdisciplinarias aumentó la solidez de los conocimientos.

Fig. 3.19 Resultado general del diagnóstico inicial y final.



Por los resultados obtenidos en la investigación realizada se puede afirmar que a utilización procedimientos interdisciplinarios como los problemas con este enfoque, talleres, actividades investigativas

contribuyen a elevar el interés de los alumnos por el estudio y amor a la profesión, eliminando repetición innecesaria del contenido y una manera más dinámica de desarrollar el aprendizaje.

### Consideraciones finales.

Los conocimientos de las distintas disciplinas que en esta obra se han considerado, están interrelacionados en sistemas que necesariamente deben coordinarse, de modo que permitan formar en el estudiante un sistema generalizado de conocimientos integrados en su concepción del mundo. En toda esta problemática presenta un papel fundamental la escuela al tener en cuenta las relaciones interdisciplinarias como fundamento para la comprensión científica del mundo, sus relaciones y sus nexos.

## Referencias Bibliográficas

(1, 3) CASTRO RUZ, FIDEL. Discurso pronunciado en al acto de graduación del destacamento pedagógico "Manuel Ascunce Doménech"., 1981.

(2, 390) MARTÍ PÉREZ, JOSÉ. Obras Completa. Nuestra América. Educación Científica.

(3, 4) CASTRO RUZ, FIDEL. Discurso de inauguración de la escuela de formación emergente de maestros primarios. 2001.

(4,8) FIALLO RODRÍGUEZ, JORGE. La interdisciplinariedad, reto para la calidad del currículum.-Revista Iberoamericana de Pedagogía.-1997.

(5, 26) C.F. HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, HERMIDA. Didáctica de matemática. Artículo para el debate, Quito., 1993.

(6, 34) CASTAÑO GONZALES, VIDAL. Una concepción didáctica integradora de la Química General para las carreras de Ciencias Naturales. Tesis de doctorado., 1999.

(7, 148) MARTÍ PÉREZ, JOSÉ. Obras Completa. Educación Científica.

(8, 198) ZVEREV, I.D. La relación intermaterias en la escuela moderna.-Moscú, 1981. (Traducido en el ISP José Martí).

(9, 193) JEANS AMOS, COMENIUS. La interdisciplinariedad, reto para la calidad de un currículum.-Revista Iberoamericana de Pedagogía. Año I, Vol. I. La Habana, mayo – julio., 1997.

(10, 50) MEDARDO VITIER. Fines de la educación.-Revista Educación. No. 87. La Habana, enero – abril, 1996.

(11, 31) HERNÁNDEZ MIRANDA, H. Integración como un enfoque o como una variación o modulación de la intensidad al explicar los tópicos de las asignaturas. La escuela en acción.-No. 10.-España., 1983.

(12, 22) MONCAYO GONZÁLEZ, LUIS GUILLERMO. La tecnología educativa y el currículum interdisciplinario. Revista Jalisco de Educación (Guadalajara).-2(9): 8 –17.-México, julio – agosto., 1979.

(13, 16) JEAN PIAGET. Interdisciplinariedad didáctica.-Revista Educación. No. 94, Vol. 1. La Habana, mayo – agosto, 1998.

(14, 97) RODRÍGUEZ, ALVARINA. Consideraciones teóricas metodológicas sobre el principio de relación intermaterias a través de los nexos de concepto.-Revista Cubana de Educación Superior.-22(46). 1982.

(15, 8) FIALLO RODRÍGUEZ, JORGE. La interdisciplinariedad, reto para la calidad del currículum.-Revista Iberoamericana de Pedagogía.-Año 1, Vol. 1, 1997.

(16, 32) MUÑOZ DEL RISCO, LOURDES. Interrelación entre la Química Orgánica y la Biología.-Camagüey. Trabajo de investigación., 1990.

(17, 37) PERERA, FERNANDO. Una experiencia de interdisciplinariedad. La escuela en acción.-No. 10: 421, 1981.

(18, 16) BERMEJO CORREA, ROLANDO. La relación intermaterias una vía para perfeccionar el proceso de enseñanza – aprendizaje de

la Química Orgánica en la educación de adultos. Tesis de Maestría., 2001.

(19, 74) C.F. MAÑALICH, ROSARIO. El trabajo interdisciplinario en las facultades de humanidades en los institutos superiores pedagógicos.-Resúmenes pedagogía '95. La Habana. 1995.

(20, 35) GREENE, M. Curricular and Conscionsness. The record, 1971.

(21, 12) GOODSON, I.F. La construcción social del currículum: Posibilidades y ámbito de investigación de la historia del currículum.- Revista Educación No. 296, La Habana. 1991.

(22, 112) GALPERIN, P. Sobre la formación de conceptos y las acciones intelectuales.-La Habana, 1986.

(23, 48) GALPERIN, P. Aplicación del enfoque de la actividad al perfeccionamiento de la educación superior. La Habana.

(24, 54) GALPERIN, P. Psicología de la enseñanza. Editorial Progreso, 1998.

(25, 184) DANILOV, M.A. SKATKIN, M.N. Didáctica de la escuela media. Editorial Libros para la Educación, La Habana. 1978.

## Bibliografía

1. ABRAHAM, J. M. Aplicación de un sistema que facilite el aprendizaje cooperativo de las ciencias, particularmente Química y la tecnología vinculada al desarrollo y el medio ambiente. --En Educación Química No. 8, Vol. 3. La Habana. 1997. Pág. 146 – 148.
2. ACEVEDO DEL MONTE, RAFAEL. Química – Física.--Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 1987.
3. AGRAMONTE, ROBERTO. José Agustín Caballero y los orígenes de la ciencia cubana.--Universidad de La Habana. 1952.
4. ÁLVAREZ PÉREZ, MARTHA. Si a la interdisciplinariedad. En Educación No. 97. may – ago.--La Habana. 1999.
5. ÁLVAREZ DE ZAYAS, CARLOS M. La pedagogía como ciencia.-- Editorial Academia. La Habana. 1988.
6. \_\_\_\_\_ .Hacia una escuela de excelencia.-  
-Editorial Academia. La Habana. 1996.
7. \_\_\_\_\_ . La escuela en la vida.—Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 1999.
8. ANDREUGÓMEZ, NANCY. Importancia de la interdisciplinariedad para una cultura geográfica a favor de la educación ambiental.--En Educación, No. 98, sep – dic.--La Habana. 1999.

9. ARGALICH, MONICA PATRICIA. La interdisciplinariedad es una necesidad. Ponencia. Ponencia Evento Internacional Pedagogía '99. La Habana. 1999.
10. BABANSKI, YU. Optimización del proceso de enseñanza.-- Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 1985.
11. BAIKES, R.S. y SORUM, C.H. Cómo resolver problemas de Química General.--Paraninfo, S.A. España. 1987.
12. BALLESTER PEDROSO, SERGIO. Ejercicios de nuevo tipo.--En Educación, No. 97, may – ago. La Habana. 1999.
13. BELTRÁN NÚÑEZ, ISAURO. Algunas consideraciones sobre un programa para la asignatura de Química General.--En Revista Cubana de Educación Superior, 1-2. La Habana. 1991. Pág. 49-54.
14. BERNEJO CORREA, ROLANDO M. La relación intermateria: Una vía para perfeccionar el proceso de enseñanza- aprendizaje de Química Orgánica en la educación de adultos.--Tesis de Maestría. Camagüey. 2001.
15. BIJOVSKI, B.E. La concepción científica del mundo.--Enciclopedia Popular. La Habana. 1965.
16. CABALLERO CAMEJO, CAYETANO ALBERTO. Un viaje didáctico a la relación interdisciplinaria de la Biología y la Geografía, con el aprendizaje de la Química.--Orbita Científica. La Habana. No. 14, V 4, oct – dic. 1998. Pág. 1-7.

17. \_\_\_\_\_ . La interrelación de los programas de las ciencias naturales de la Secundaria Básica.--Ponencia. Ponencia Evento Internacional Pedagogía '97. La Habana. 1997.
18. \_\_\_\_\_ . La interdisciplinariedad de la Biología y la Geografía con la Química: Una estructura didáctica.--Tesis de aspirante al grado científico de doctor en ciencias Pedagógicas. La Habana. 2000.
19. CALVIÑO, MANUEL. Tipos de organización funcional para el trabajo grupal.--En Educación, No. 94, may – ago. La Habana. 1999.
20. CARRAZANARUIZ, LIBRADO. Análisis agroindustrial azucarero.- -Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 1973.
21. DARIA PÉREZ, MAGALI. Introducción a la Química Coloidal. Apuntes para un libro de texto.--Ministerio de Educación Superior. La Habana. 1987. Pág. 8-15, 107-121.
22. DURÁN SALDIVAR, IGNACIO. Tipología de tareas integradoras para el estudio de la Química en Secundaria Básica: Su contribución a la calidad del aprendizaje.--Tesis de Maestría. Camagüey. 2000.
23. DÍAZ RAMÍREZ, CANDIDA. Influencia de la temperatura y la relación impureza – agua en la cinética de la cristalización de azúcar a alto nivel de agitación.--En ATAC. No. 1, ene – jun. La Habana. 2001. Pág. 27-30.

24. Enciclopedia autodidáctica interactiva océano. Tomo 4. España. 2000. Pág. 867-1014.
25. ESQUIJAROSA GARCÍA, JUAN. Química de la caña.--Editorial de libros para la educación. La Habana. 1977.
26. FARIÑAS LEÓN, GLORIA. Maestro, una estrategia para la enseñanza.--Editorial Academia. La Habana. 1997.
27. FEBLES, ALFONSO. ¿Por qué educación general politécnica y laboral?--Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 1978.
28. FERNÁNDEZ PÉREZ, MIGUEL. Las tareas de la profesión de enseñar.--Siglo veintiuno editores. México – España. 1994.
29. GALPERIN, P. Introducción a la psicología.--Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 1982.
30. GANELIN, S.I. La asimilación consciente en la escuela.--Editorial Grijalbo S.A. México D.F. 1964.
31. GLASTONE, SAMUEL. Tratado de Química – Física.--Edición Aguilar S.A. España. 1970.
32. GOLE, ALEJANDRO. Desarrollo de un método sistémico para el currículum de medicina.--Comité de currículum. [en línea]. Disponible: <file:C:1:winnt litg file.htm>. [2001. Abril 11].
33. GÓMEZ GUTIERREZ, LUIS IGNACIO. Conferencia especial.--Evento Internacional Pedagogía '99. La Habana. 1999.
34. GÓMEZ PAZ, OSCAR. Diseño integrador de la disciplina Dibujo y

Topografía para la carrera de Agronomía.--Tesis de Maestría. Camagüey. 1997.

35. GONZÁLEZ, MARTHA y LARA, ALPHA ROSA. Química para ingenieros. Guía Metodológica.--Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 1973.
36. GOZZER, GIOVANNI. Un concepto mal definido: La interdisciplinariedad. Perspectiva.--UNESCO. No. 3, Vol XII, 1982. Pág. 301-313.
37. GRAY, HARRY. B. Principios básicos de Química.--Editorial Reverté S.A. 1978.
38. HAWES, D.W.V. Cálculo de Química-Física.--Editorial Acribia, Zaragoza. España.
39. HONING, PIETER. Principios de tecnología azucarera, Tomos I y II.--Editorial Ciencia y Técnica. Instituto del Libro. La Habana. 1969.
40. IBÁÑEZ CORNEJO, JORGE. Aplicaciones electroquímicas para el saneamiento ambiental.--En Educación Química. La Habana. 8 (1). 1997. Pág. 43-45.
41. JANTSCH, ERICH. Interdisciplinariedad: Sueño y realidad. Perspectivas.—UNESCO, No. 3, Vol. X. 1980. Pág. 333-343.
42. JIMÉNEZ ESPINOSA, ALFONSO. El currículum, un sistema.--Revista Universitaria. Colombia. 1998. Pág. 72-80.
43. LENIN, VLADIMIR ILICH. Obras Completas (Tomo 38).--Editorial

Progreso. Moscú. 1964.

44. LÓPEZ NÚÑEZ, I. Sobre la necesidad de desarrollar la actividad independiente del alumno.--En Educación, No. 31. La Habana. 1978.
45. LLANO, MERCEDES. ¿Qué aprende en el laboratorio?--En Educación Química. (1). Vol. 9, ene – feb. México. 1998.
46. MAÑALICH SUÁREZ, ROSARIO. Interdisciplinariedad y didáctica.--En Educación, No. 94, may – ago. La Habana. 1998.
47. MARTÍ PÉREZ, JOSÉ. Obras Completas (Tomo 8).--Editorial Nacional de Cuba. La Habana. 1963.
48. MINAZ. Manual de operaciones para la producción de azúcar crudo de caña.--Dirección de tecnología del Ministerio del Azúcar. Derechos reservados. La Habana. 1995.
49. MIRANDA, OLGA L. ¿Una didáctica cubana?--En Educación, No. 97, may – ago. La Habana. 1999.
50. MONDUI GONZÁLEZ, RUBÉN. Impacto ambiental de las fábricas de azúcar.--En Cuba Azúcar No. 3. Vol. XXX, jul – sep. La Habana. 2001. Pág. 59-64.
51. MUÑOZ DEL RISCO, LOURDES. El enfoque interdisciplinario, su contribución al desarrollo de intereses profesionales.--En Pedagogía Cubana, No. 5. La Habana. 1990. Pág. 82-88.
52. PERERACUMERNA, FERNANDO. La formación interdisciplinaria

del profesor de ciencias: Un ejemplo en la enseñanza – aprendizaje de la Física.--Tesis del aspirante al grado científico de doctor en ciencias pedagógicas. La Habana. 2000.

53. PLATONOV, KONSTANTIN. Psicología recreativa.--Editorial Progreso. Moscú. 1975.
54. POEY COLUMBIE, ANGELA. Rediseño curricular de la asignatura Química del onceno grado en la escuela militar "Camilo Cienfuegos".--Tesis de Maestría. Camagüey. 2001.
55. PORTUONDO, R.P. Aproximación a una teoría curricular.-- Conferencia metodológica. Camagüey. 1996.
56. RANIELO, ANDRÉS. Integración conceptual en cursos de Química General.--En Educación Química (1). Vol II, ene – mar. México. 2000.
57. REYNOSO, ÁLVARO. Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar.--Ministerio de Industria. Editorial Nacional de Cuba. La Habana. 1963.
58. REZHETOVA, Z.A. Análisis sistémico aplicado a la educación superior: Selección de lecturas.--Universidad Central de Las Villas. Villa Clara. 1988.
59. ROEDENER, JUAN G. Reflexiones sobre la universidad interdisciplinaria.--En Educación Superior y Sociedad. UNESCO, No. 2, Vol. 7. 1996. Pág. 51-56.
60. SÁNCHEZ PALOMINO, ANTONIO. Experiencia curricular de atención a la diversidad: Dificultades de aprendizaje.--Folios

(101-105) 1er semestre. La Habana. 1996. Pág. 16-22.

61. SANTIESTEBA GARLOBO, CARLOS MIGUEL. Transportación de vinazas y contaminación ambiental.--En Cuba Azúcar No. 2, Vol. XXX, abr – jun. La Habana. 2001. Pág. 28-30.
62. SARDINAS RIVA, RAMÓN. Introducción A la Química – Física (Tomo II y III).--Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 1980.
63. TALIZINA, N.F. Conferencias sobre los fundamentos de la enseñanza en la educación superior.--DEPE. La Habana. 1985.
64. \_\_\_\_\_. Psicología de la enseñanza.--Editorial Progreso. Moscú. 1988.
65. UNESCO. Educación científica tecnológica y ambiental.--En contacto boletín internacional, No. 4, Vol. XXIV. 1999.
66. VARELA, ORLANDO. Funciones psicológicas de las corrientes y teorías pedagógicas contemporáneas. Sus implicaciones para la educación en Latinoamérica.--Ponencia. Evento Internacional Pedagogía '97. La Habana. 1997.
67. VECINO ALEGRET, FERNANDO. Intervención en el XIX seminario de perfeccionamiento para dirigentes nacionales de Educación Superior.--Ministerio de la Educación Superior. La Habana. 1997.
68. VILLALONGA GONZÁLEZ, MARLEN. La determinación de la efectividad del uso de ciclos temáticos en la asignatura

Química General.--Camagüey. 1996.

69. \_\_\_\_\_ . Sistema de prácticas de laboratorio de Química General en la carrera de Ingeniería Mecánica.--Universidad de Camagüey. V Conferencia de ciencias de la educación. Camagüey. 1999.
70. \_\_\_\_\_ . Sistema de tareas extraclases en Química General para ciencias técnicas.-- Universidad de Camagüey. VI Conferencia Internacional de Ciencias de la Educación. Camagüey. 2001.
71. WALDEGG, GUILLERMINA y BLACK, DAVID. Estudio en didáctica.--Grupo Eitorial Iberoamericano. 1997.
72. WEBRE, A. Memoria de la 21 Conferencia Anual de la ATAC, nov. La Habana. 1947. Pág. 145-146.

## Anexo 1

## Matriz del programa de Química – Física sin rediseñar.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	23
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
18																							
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							

- Existen diez conceptos que no precisan de otros para su introducción. (Muy aislados)
- Poco integrado el programa.

No. de Concepto	Título del Concepto	Necesita para su introducción de
1	Viscosidad de los líquidos.	
2	Sólidos cristalinos y amorfos.	
3	Cristalografía de la sacarosa.	2
4	Formas de energía.	
5	Primer Principio de la Termodinámica.	4
6	Entalpía.	4, 5
7	Segundo Principio de la Termodinámica.	4, 5
8	Propiedades de la Entropía.	7
9	Energía libre de Gibbs.	5
10	Ley de Raoult. Desviaciones negativas y positivas.	
11	Propiedades coligativas de las disoluciones.	
12	Regla de las fases de Gibbs.	10
13	Orden de reacción.	
14	Catálisis.	
15	Reacciones fotoquímicas.	13
16	Cálculo de $K_{eq}$ utilizando el valor de $\Delta G$ para la reacción.	10
17	Influencia de la temperatura sobre el equilibrio.	
18	Conductancia equivalente.	
19	Aplicación de las medidas conductimétricas.	18
20	Potencial de electrodo.	
21	Determinación de pH usando electrodos de referencia.	20
22	Tensión superficial.	
23	Adsorción.	14

## Conceptos

1. Viscosidad de los líquidos.
2. Sólidos cristalinos y amorfos.
3. Cristalografía de la sacarosa.
4. Formas de energía.
5. Primer Principio de la Termodinámica.
6. Entalpía.
7. Segundo Principio de la Termodinámica.
8. Propiedades de la Entropía.
9. Energía libre de Gibbs.
10. Ley de Raoult. Desviaciones negativas y positivas.
11. Propiedades coligativas de las disoluciones.
12. Regla de las fases de Gibbs.
13. Orden de reacción.
14. Catálisis.
15. Reacciones fotoquímicas.
16. Cálculo de  $K_{eq}$  utilizando el valor de  $\Delta G$  para la reacción.
17. Influencia de la temperatura sobre el equilibrio.
18. Conductancia equivalente.
19. Aplicación de las medidas conductimétricas.
20. Potencial de electrodo.
21. Determinación de pH usando electrodos de referencia.
22. Tensión superficial.
23. Adsorción.

## Anexo 2

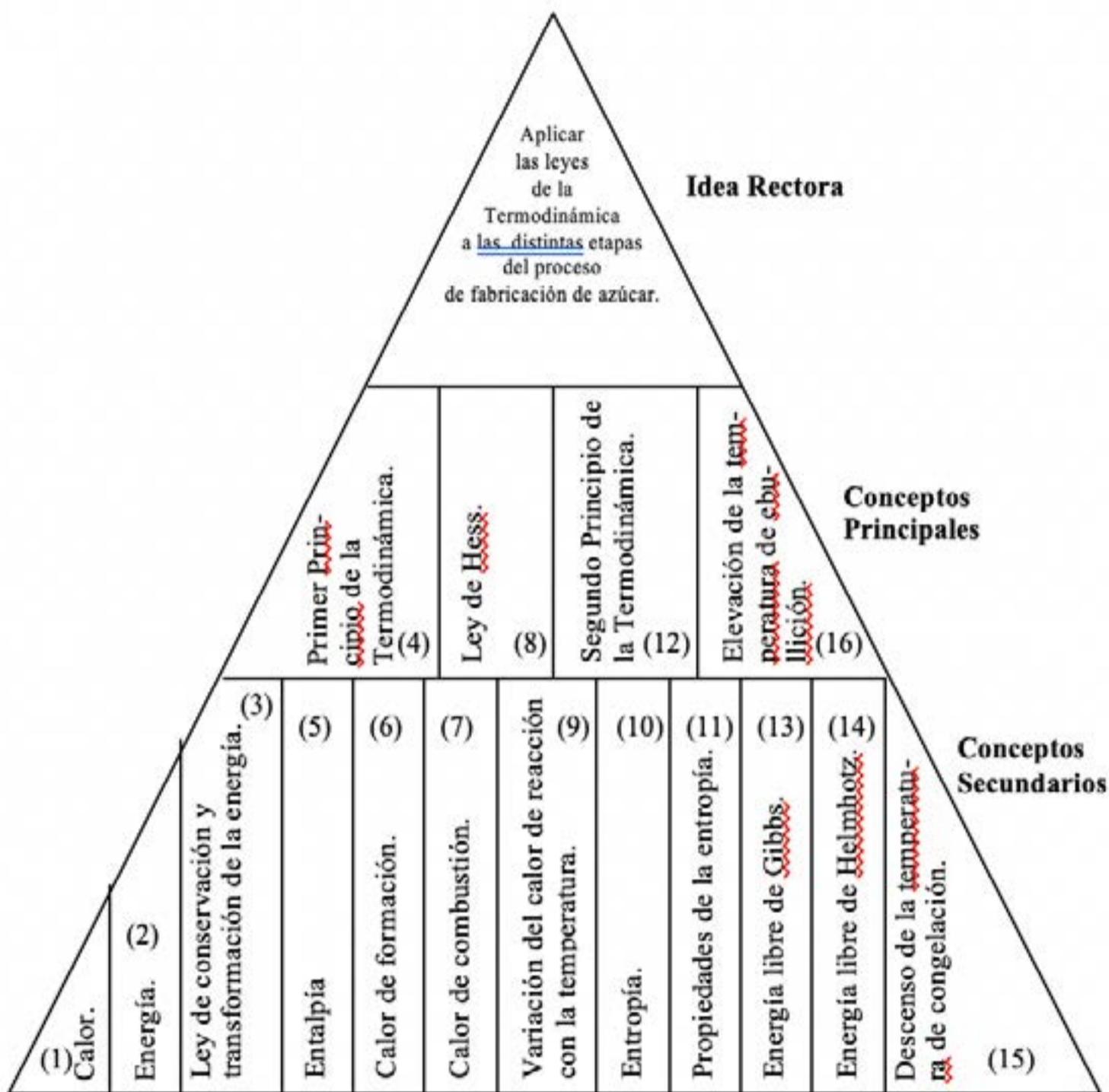
### Método Matricial

#### Unidad 1: Termodinámica. Conceptos principales y secundarios.

1. Calor. (S)
2. Energía. (S)
3. Ley de conservación y transformación de la energía. (S)
4. Primer Principio de la Termodinámica. (P)
5. Entalpía. (S)
6. Calor de formación. (S)
7. Calor de combustión. (S)
8. Ley de Hess. (P)
9. Variación del calor de reacción con la temperatura. (S)
10. Entropía. (S)
11. Propiedades de la entropía. (S)
12. Segundo Principio de la Termodinámica. (P)
13. Energía libre de Gibbs. (S)
14. Energía libre de Helmholtz. (S)
15. Descenso de la temperatura de congelación. (S)
16. Elevación de la temperatura de congelación. (P)

No. de Concepto	Título del Concepto	Necesita para su introducción de
1	Calor.	
2	Energía.	1
3	Ley de conservación y transformación de la energía.	1, 2
4	Primer Principio de la Termodinámica.	1, 2, 3
5	Entalpía.	1, 2
6	Calor de formación.	1, 5
7	Calor de combustión.	1, 5
8	Ley de Hess.	1, 3, 5, 6, 7
9	Variación del calor de reacción con la temperatura.	1, 3, 5, 6, 7, 8
10	Entropía.	1, 2
11	Propiedades de la entropía.	1, 2, 10
12	Segundo Principio de la Termodinámica.	3, 4, 10, 11
13	Energía libre de Gibbs.	2, 3, 4, 10, 11, 12
14	Energía libre de Helmholtz.	2, 3, 4, 10, 12, 13
15	Descenso de la temperatura de congelación.	5
16	Elevación de la temperatura de congelación.	5

### Pirámide de Concepto No. 1



Conceptos precedentes: Reacción química, ley de conservación de la masa, ecuaciones termoquímicas, disoluciones, concentración, propiedades coligativas.

Matriz 1: Termodinámica.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																

## Anexo 3

## Unidad 2

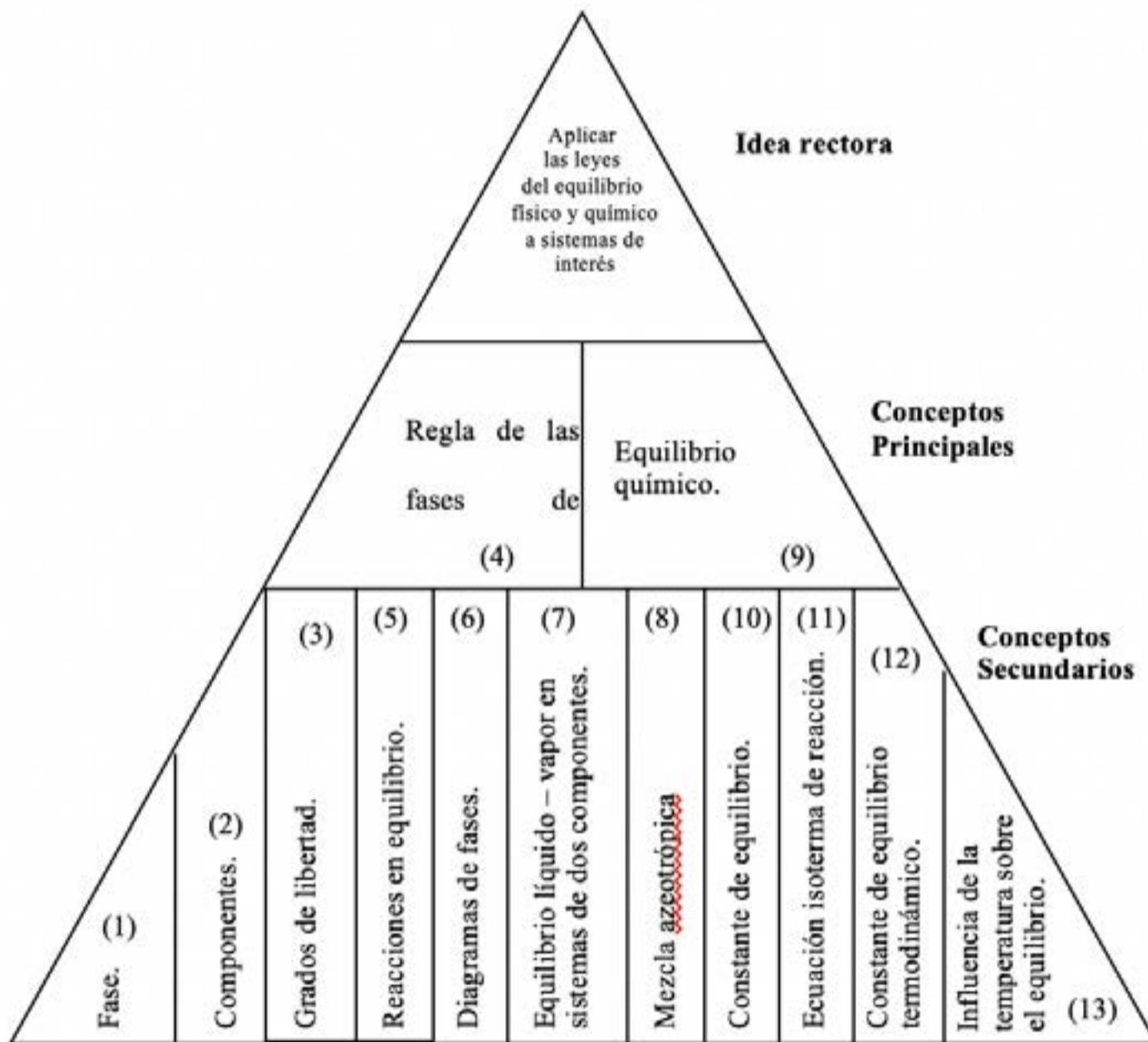
## Equilibrio físico y químico.

## Conceptos principales y secundarios.

1. Fase. (S)
2. Componentes. (S)
3. Grado de libertad. (S)
4. Regla de las fases de Gibbs. (P)
5. Reacciones en equilibrio. (S)
6. Diagrama de fase. (S)
7. Equilibrio líquido. Vapor en sistemas de dos componentes. (S)
8. Mezcla azeotrópica. (S)
9. Equilibrio químico. (P)
10. Constante de equilibrio. (S)
11. Ecuación isoterma de reacción. (S)
12. Constante de equilibrio termodinámico. (S)
13. Influencia de la temperatura sobre el equilibrio. (S)

No. de Concepto	Título del Concepto	Necesita para su introducción de
1	Fase.	
2	Componentes.	1
3	Grado de libertad.	1, 2
4	Regla de las fases de Gibbs.	1, 2, 3
5	Reacciones en equilibrio.	1, 2
6	Diagrama de fase.	1, 2, 3, 4
7	Equilibrio líquido – vapor en sistemas de dos componentes.	1, 2, 3, 4, 5
8	Mezcla azeotrópica.	1, 2, 6
9	Equilibrio químico.	5
10	Constante de equilibrio.	5, 9
11	Ecuación isoterma de reacción.	9, 10
12	Constante de equilibrio termodinámico.	9, 10
13	Influencia de la temperatura sobre el equilibrio.	

Pirámide de Concepto No. 2



Matriz 2: Equilibrio físico y químico.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

## Anexo 4

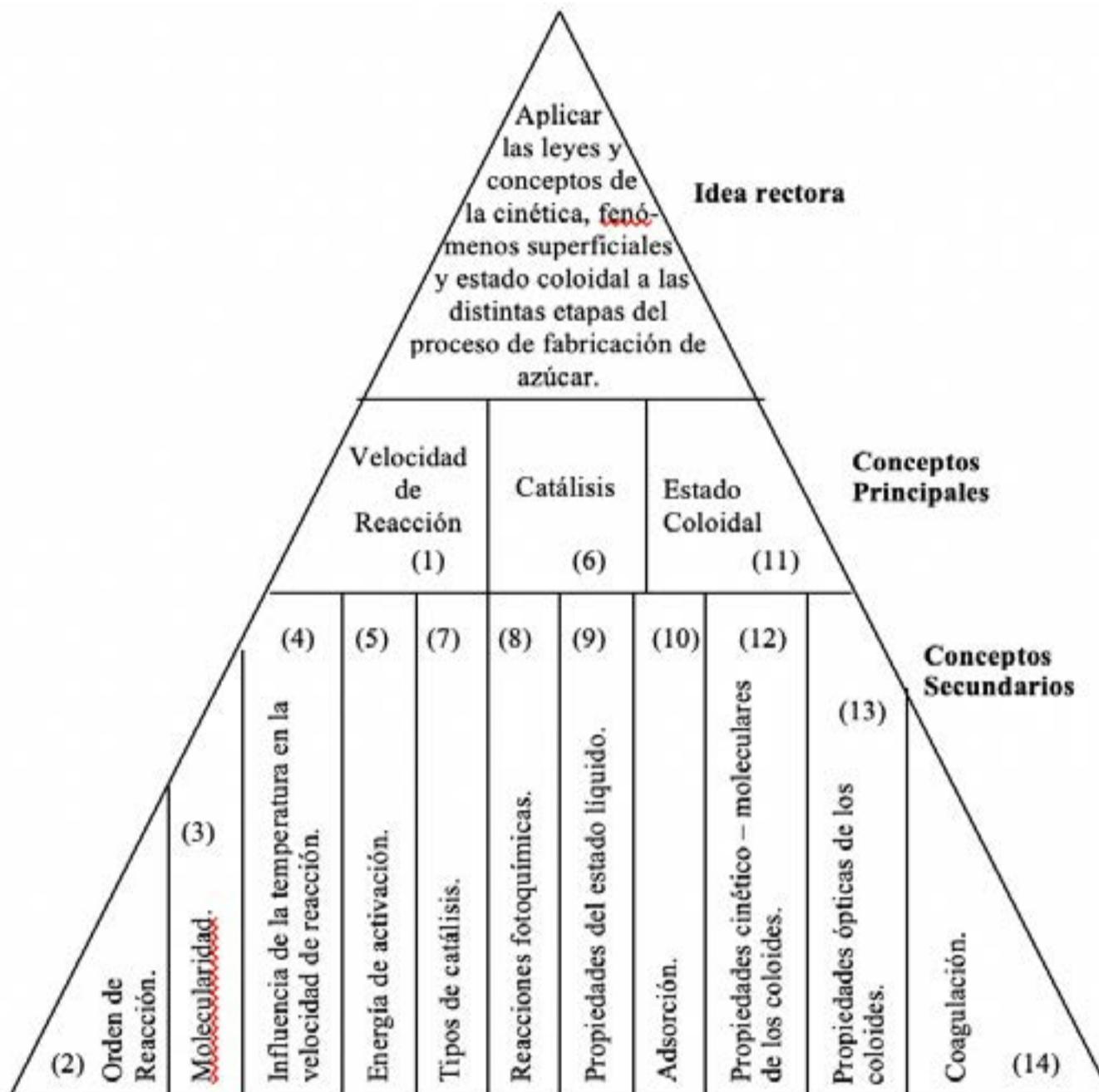
## Unidad 3: Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.

## Conceptos principales y secundarios.

1. Velocidad de reacción. (P)
2. Orden de reacción. (S)
3. Molecularidad. (S)
4. Influencia de la temperatura en la velocidad de reacción. (S)
5. Energía de activación. (S)
6. Catálisis. (P)
7. Tipos de catálisis. (S)
8. Reacciones fotoquímicas. (S)
9. Adsorción (S)
10. Propiedades del estado líquido. (S)
11. Estado coloidal. (P)
12. Propiedades cinético – moleculares de los coloides. (S)
13. Propiedades ópticas de los coloides. (S)
14. Coagulación. (S)

No. de Concepto	Título del Concepto	Necesita para su introducción de
1	Velocidad de reacción.	
2	Orden de reacción.	1
3	Molecularidad.	1, 2
4	Influencia de la temperatura en la velocidad de reacción.	1, 3
5	Energía de activación.	1,4
6	Catálisis.	1, 2, 5
7	Tipos de catálisis.	1, 5, 6
8	Reacciones fotoquímicas.	1, 2, 5
9	Adsorción.	6, 7
10	Propiedades del estado líquido.	9
11	Estado coloidal.	9
12	Propiedades cinético – moleculares de los colides.	9, 11
13	Propiedades ópticas de los coloides.	11, 12
14	Coagulación.	11, 12

### Pirámide de Concepto No. 3



Conceptos precedentes: Ecuación química, catalizador, factores que influyen en la velocidad de reacción, característica del estado líquido, dispersión, refracción de la luz,

Matriz 3: Cinética. Fenómenos superficiales y estado coloidal.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2	■													
3	■	■												
4	■		■											
5	■			■										
6	■	■			■									
7	■				■	■								
8	■	■			■									
9						■	■							
10									■					
11									■					
12									■		■			
13											■	■		
14											■	■		

## Anexo 5

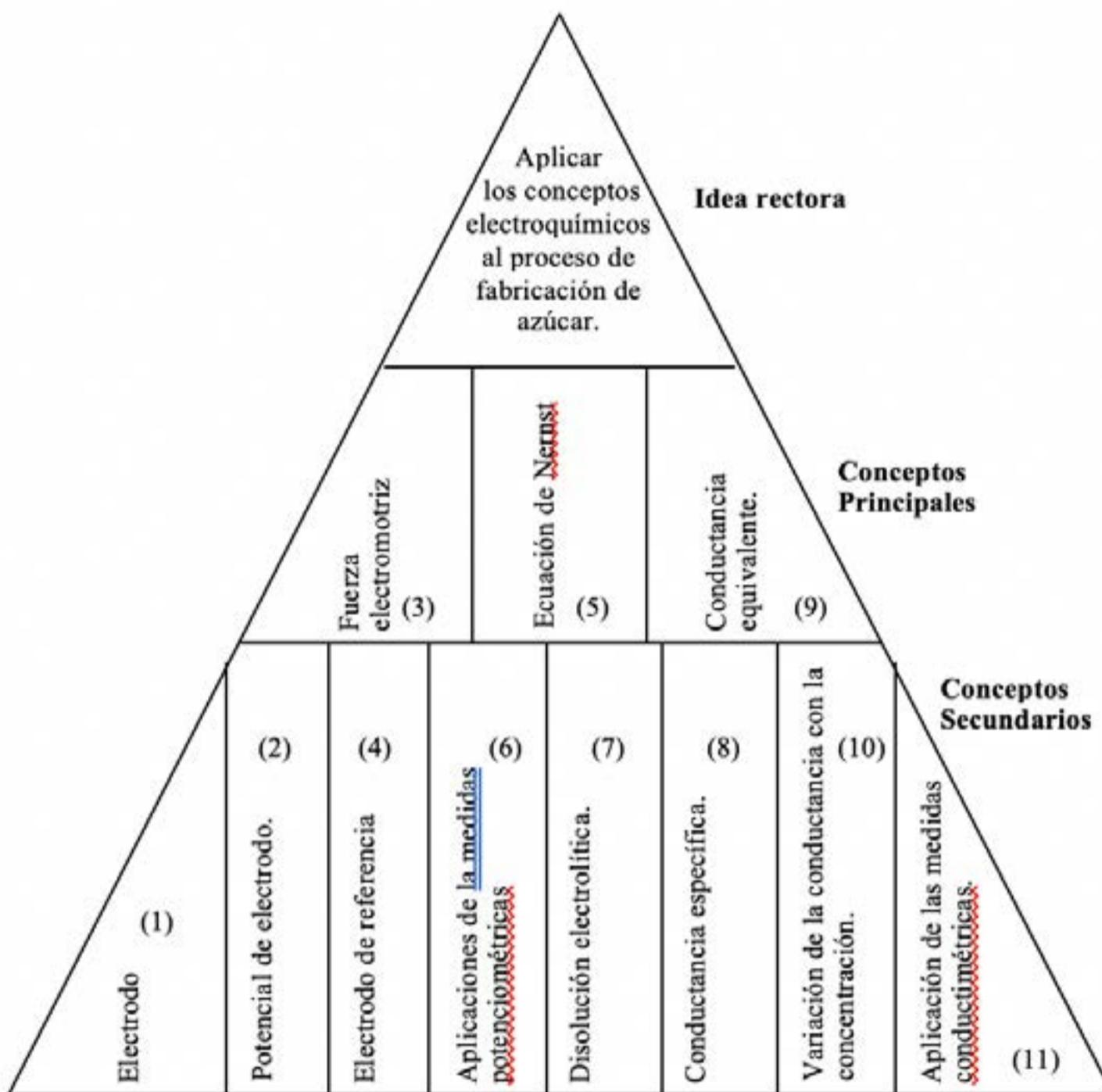
## Unidad 4: Electroquímica.

## Conceptos principales y secundarios.

1. Electrodo. (S)
2. Potencial de electrodo. (S)
3. Fuerza electromotriz. FEM. (P)
4. Electrodo de referencia. (S)
5. Ecuación de Nernst. (P)
6. Aplicaciones de las medidas potenciométricas. pH. (S)
7. Disolución electrolítica. (S)
8. Conductancia específica. (S)
9. Conductancia equivalente. (P)
10. Variación de la conductancia con la concentración. (S)
11. Aplicaciones de las medidas conductimétricas. (S)

No. de Concepto	Título del Concepto	Necesita para su introducción de
1	Electrodo.	
2	Potencial de electrodo.	1
3	Fuerza electromotriz. FEM.	1, 2
4	Electrodo de referencia.	1, 2, 3
5	Ecuación de Nernst.	1, 2, 3, 4
6	Aplicaciones de las medidas potenciométricas. pH.	1, 2, 3, 4, 5
7	Disolución electrolítica.	1, 2, 3
8	Conductancia específica.	7
9	Conductancia equivalente.	7, 8
10	Variación de la conductancia con la concentración.	7, 8, 9
11	Aplicaciones de las medidas conductimétricas.	7, 8, 9, 10

Pirámide de Conceptos No. 4



Conceptos precedentes: Reacción oxidación- reducción, pila electroquímica, disolución, electrólito.

Matriz 4: Electroquímica.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											

## Anexo 6

### Encuesta a especialistas, profesores de la especialidad y directores de la enseñanza.

#### Objetivo:

- Conocer el dominio que tienen respecto a la interdisciplinariedad y como establecerla en actividades de aprendizaje.
  - a) Conoce que es la interdisciplinariedad.
  - b) Pudiera citar ejemplos que evidencien relaciones interdisciplinarias. Explique.
  - c) ¿Cómo organiza el aprendizaje de los alumnos utilizando las relaciones interdisciplinarias?

## Anexo 7

## Prueba diagnóstico para los estudiantes de tercer año.

1. Nombre o formule según corresponda.
  - a)  $\text{HCl(g)}$       b) Diromato de sodio      c) Peróxido de hidrógeno
  - d)  $\text{Ca(OH)}_2$       e)  $\text{MgOHCl}$       f)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - 1.1 ¿Conoce usted algunas de las aplicaciones de las sustancias c) y d)? Enumérelas.
  - 1.2 ¿Qué tipo de enlace químico tiene la sustancia a)?
  - 1.3 ¿Cuál es el número de oxidación del elemento subrayado en f)?
  - 1.4 ¿Cómo clasifica usted la sustancia b)?
2. En la descomposición térmica del carbonato de calcio se obtienen como productos el óxido de calcio y dióxido de carbono.
  - a) Represente la ecuación de reacción ajustada.
  - b) Representa la constante de equilibrio en función de las concentraciones y las presiones parciales para la reacción.
  - c) Plantee la expresión que permite calcular el calor de reacción si se tiene como datos la entalpía de formación de las sustancias reaccionantes y productos.
  - d) ¿Qué es una reacción exotérmica?
3. Dada la representación simplificada de la siguiente pila química:
 
$$(-) \text{Zn} / \text{Zn}^{2+}_{(1\text{mol l})} // \text{Cu}^{2+}_{(1\text{mol l})} / \text{Cu} (+)$$

$$E^\circ \text{Zn/Zn}^{2+}_{(\text{ac})} = 0.76 \text{ v} \qquad E^\circ \text{Cu/Cu}^{2+}_{(\text{ac})} = 0.34 \text{ v}$$
  - a) Plantee la ecuación total de la pila.
  - b) Determine la FEM total de la pila.
4. Defina los conceptos de: Catalizador, electrólito, pH, hidrólisis, y ley de conservación de la masa.

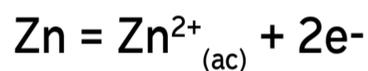
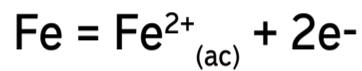
## Anexo 8

## Prueba de salida.

1. Al combustionar la sacarosa se obtiene como productos dióxido de carbono y agua.
  - a) Represente la ecuación ajustada para este proceso.
  - b) Busque los datos de calor de formación para la sacarosa, agua y dióxido de carbono.
  - c) Determine el valor del calor de combustión para este proceso aplicando la Ley de Hess.
  - d) ¿Qué sustancias se obtienen al descomponerse la sacarosa en medio ácido?
  - e) ¿Por qué la sacarosa es una sustancia ópticamente activa?
  - f) ¿Qué método de análisis se utiliza en la industria para determinar la cantidad de sacarosa real en los jugos de caña?
2. Para la inversión de la sacarosa en presencia de ácido clorhídrico diluido, fueron obtenidas las siguientes lecturas polarimétricas  $\alpha$  en los tiempos indicados.

t (min)	0	20	44	90	140	175	282	$\infty$
$\alpha$ (°)	13.0	9.95	6.95	2.70	0.00	- 1.30	- 3.15	- 4.00

- a) ¿Cuál es el orden total de reacción?
  - b) Determine la constante de velocidad de la reacción.
  - c) Representa la ecuación de la reacción de inversión de la sacarosa.
  - d) Señale cuál de las sustancias anteriores es levógira y cuál dextrógira.
3. Se ha formado una pila con los siguientes electrodos:



La FEM total de la pila en condiciones estándar es 0.32 v.

- a) Calcule la variación de energía libre de Gibbs.
- b) ¿Qué información brinda esta magnitud termodinámica?
- c) Los procesos oxidativos del hierro por presencia de agua externa ocasionan daños en equipos y tuberías de la industria azucarera, aumentando el contenido de partículas ferromagnéticas en el azúcar producido. Sugiera algunas medidas para eliminar este proceso.

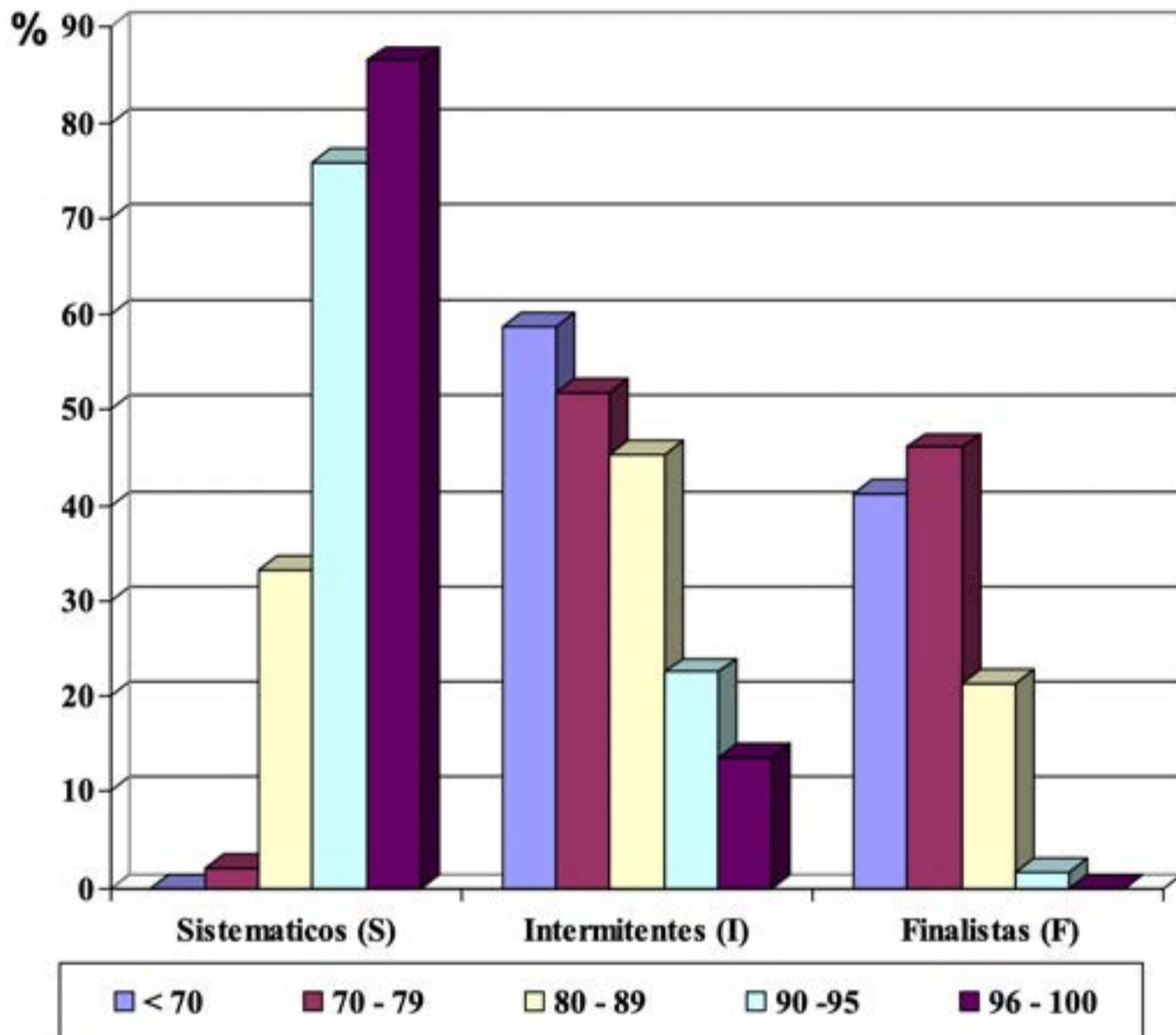
## Anexo 9

## Medición del indicador sistematicidad teniendo en cuenta los resultados académicos.

Resultados académicos	Categoría de alumno según resultado académico.	Sistemáticos (S)	Intermitentes (I)	Finalistas (F)
<70	Deficientes	-	58.7%	41.3%
70 – 79	Bajo rendimiento	2.1%	51.8%	46.1%
80 – 89	Medio rendimiento	33.3%	45.4%	21.3%
90 – 95	Alto rendimiento	75.8%	22.5%	1.7%
96 – 100	Excelente rendimiento	86.5%	13.5%	-

Anexo 10

Indicador sistematicidad según resultados académicos



## Anexo 11

### Guía de observación

**Objetivo:** Medir la efectividad del aprendizaje de los alumnos a través de los indicadores rendimiento académico y sistematicidad.

1. Resultados académicos.
  - a) Excelente: Muestra independencia, creatividad y no necesita ayuda, obtiene más de 96 puntos.
  - b) Alto: Si muestra independencia en la resolución de ejercicios y participa activamente en diferentes actividades docentes, debe obtener calificación entre 90 y 95 puntos.
  - c) Medio: Necesita ayuda en algunas ocasiones y obtiene la calificación de 80 – 89 puntos.
  - d) Bajo: Necesita ayuda sistemática de los compañeros del grupo y del profesor y obtiene calificación entre 70 – 79 puntos.
  - c) Deficiente: Siempre necesita ayuda y orientación y obtiene calificación menos de 70 puntos.
2. Sistematicidad
  - a) Sistemático (S): Estudia diariamente y participa en más del 90% de las actividades docentes propuestas.
  - b) Intermitente (I): Estudia en ocasiones y participa entre el 50 y el 89% de las actividades propuestas.
  - c) Finalista (F): Estudia solo cuando tiene exámenes y su participación en las actividades docentes es menor de 49%.

# PRÓLOGO

¿Qué es la especialidad fabricación de azúcar?

¿Cómo se establece la red lógica de concepto de las asignaturas que se estudian en esta especialidad?

¿Qué sistema de habilidades puede desarrollarse en el modelo interdisciplinario propuesto?

¿Cómo se establecen los nodos interdisciplinarios de conceptos?

El presente libro responde a estas interrogantes y está dirigido a docentes de esta especialidad y afines, a jóvenes que la estudian o se interesan por conocer de esta producción industrial, estudiantes de Ingeniería en Alimentos, Industrial y Química, padres, público en general y todo aquel que desee ampliar su cultura en cuestiones del aprendizaje de esta materia, así como todo lo relacionado con el proceso de fabricación del azúcar y sus derivados.



**ISBN**

ISBN: 978-9978-395-69-1



9 789978 395691