

TÍTULO: LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA INDUSTRIAL APLICANDO PROBLEMAS PROFESIONALES. UNA CONTRIBUCIÓN AL DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES EN LAS PRÁCTICAS PRE PROFESIONALES.

TITLE: THE TEACHING OF INDUSTRIAL CHEMISTRY APPLYING PROFESSIONAL PROBLEMS. A CONTRIBUTION TO THE PERFORMANCE OF STUDENTS IN PRE-PROFESSIONAL PRACTICES.

AUTOR:

Ing.MSc. Lilia Cervantes Rodríguez, UTC de Cotopaxi, Ecuador.lilia.cervantes@utc.edu.ec.

COAUTORES:

Ing. MSc Marcelo Tello Cóndor, UTC de Cotopaxi, Ecuador. marcelo.tello@utc.edu.ec

Ing. MSc Javier Espín Beltrán, Director de carrera, UTC Cotopaxi, Ecuador. javier.espin@utc.edu.ec

## RESUMEN

La enseñanza de la Química Industrial utilizando problemas profesionales prepara los estudiantes para caracterizar las reacciones químicas y facilita la identificación de sustancias y análisis de sus propiedades en diferentes industrias, el objetivo del presente trabajo es aplicar problemas profesionales en las clases prácticas y cursos virtuales de la asignatura Química Industrial, para contribuir a un mejor desempeño en las prácticas pre profesionales de los estudiantes de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Metodología: Se realizó un diagnóstico cognoscitivo al 85% de los estudiantes que realizan las prácticas pre profesionales para identificar las limitaciones de conocimientos de la química, se elaboraron problemas profesionales para los temas dinámica de las reacciones químicas, estequiometría y oxidación –reducción, validado por criterio de expertos, se realizó un pre experimento, con la aplicación posterior de la prueba no paramétrica de Wilcoxon para comprobar confiabilidad de los resultados, para un nivel de significación de  $\alpha=0.05$ , se tiene un 95% de confiabilidad del pre experimento.

Resultados: El 76,5% de los estudiantes diagnosticados, tienen dificultades para caracterizar reacciones químicas en procesos industriales, se validaron los problemas profesionales por criterio de expertos, el coeficiente de competencia es  $0,25 \leq k \leq 1$ , los indicadores evaluados fueron de muy adecuados y bastante adecuado. Conclusiones: La enseñanza de la Química Industrial con problemas profesionales contribuyó al mejor desempeño de los estudiantes en las prácticas pre profesionales en las diferentes industrias de la localidad.

Palabras Claves: Enseñanza, Química, problemas profesionales, Ingeniería Industrial.

## ABSTRACT

the teaching of Industrial Chemistry using professional problems prepares students to interpret the chemical reactions and eases the identification of substances and analysis of their properties in different industries, the objective of the study is to apply professional problems in practical classes and online courses for the subject Industrial Chemistry, to contribute to a better performance in pre professional practices of the engineering industry of the University technical Cotopaxi students.

Methodology: Cognitive diagnosis of chemistry was held to 85% of students who performed pre professional practices, professional problems for dynamic issues of chemical reactions, stoichiometry and oxidation - reduction, validated by expert's criteria were developed, and

experiment was conducted a pre, with the subsequent application of the nonparametric test of Wilcoxon.

Results: 76.5 per cent of diagnosed students, find it difficult to characterize chemical reactions in industrial processes, it was determined that the level of competence of evaluators experts is 0,  $25 \leq k \leq 1$ , measured indicators evaluated very appropriate and quite suitable. With the implementation of the non-parametric test of Wilcoxon for a level of significance of  $\alpha = 0.05$ , has a 95% reliability of the pre experiment. Conclusions: the teaching of Industrial Chemistry with professional problems improved the performance of students in practices pre professionals in different industries of the town.

Key Words: Teaching, Chemistry, Professional Problems, Industrial Engineering.

## INTRODUCCIÓN

Los criterios actuales para el logro del perfil del Ingeniero Industrial en las universidades del Ecuador, está orientado a garantizar que el egresado cuente con habilidades indispensables para plantear y resolver problemas, trabajar en equipos multidisciplinarios, tener gran sentido de responsabilidad y aplicar sus conocimientos, entre otras, todo lo cual comienza a formarse y desarrollarse desde las prácticas de vinculación y pre profesionales, las que permiten que los estudiantes adquieran habilidades y competencias prácticas en la solución de problemas de: Gestión de la Calidad, Seguridad y Salud Ocupacional, Optimización y gestión de la Producción. Todos los aspectos vinculados con la producción de sustancias de alto valor agregado en las industrias tienen una relación estrecha con la química industrial.

En la educación superior técnica y tecnológica, las prácticas pre profesionales se distribuirán a lo largo de las unidades de organización curricular, tomando en cuenta los objetivos de cada unidad y los niveles de conocimiento y destrezas investigativas adquiridos del proceso de aprendizaje. Se caracterizan por ser de investigación-acción y existe un vínculo estrecho entre la actividad laboral, la investigación científica y los conocimientos académicos que poseen los estudiantes, se realizan en el entorno, empresarial, comunitario, público o privado. Y están ligadas a los procesos y proyectos de vinculación con la sociedad para dar respuesta a las situaciones de desarrollo sostenible en el país.

Si se quiere formar un Ingeniero industrial que transforme la realidad y competente debe tener conocimientos sólidos en lo académico, la experiencia docente ha mostrado que la solidez, motivación y aplicación de los conocimientos de los alumnos se incrementa cuando ellos pueden asociar los mismos a problemas concretos y a su realidad (Bello, (2000))

Los problemas profesionales han sido definidos y avalados por el trabajo de investigación de varios autores como Carlos Álvarez, Homero Fuentes, Fátima Addine y Gilberto A. García, los que definen este concepto con algunas similitudes, (Zayas ,2001), reconoce el problema profesional como, la situación inherente al objeto de trabajo, que se soluciona por la acción del profesional en el proceso de enseñanza aprendizaje, (Fuentes,2001) lo plantea como conjunto de exigencias y situaciones inherentes al objeto de trabajo profesional, que requiere de la acción de los egresados de la institución universitaria para su solución y (Addine, 2003) expresa que el problema profesional se puede considerar como: El aprender en la búsqueda, en la acción y en la confrontación, en la construcción de significados para la vida cotidiana.

La esencia de estas definiciones coinciden en considerar los problemas profesionales como la búsqueda de conocimientos en la práctica cotidiana relacionada con el objeto de

trabajo, se trata en el caso de la formación de Ingeniero Industrial de vincular los contenidos de la química con el ejercicio de su profesión desde su formación académica.

El currículo actual del plan de estudio de los estudiantes de la referida carrera proporciona al estudiante los conocimientos de las diferentes materias, pero es insuficiente aún la vinculación de estos de forma interdisciplinaria con la actividad profesional y específicamente con el desarrollo productivo de las industrias locales.

La incorporación de problemas profesionales a través de la Química Industrial en la referida carrera, contribuye a mejorar la calidad del proceso docente y formación como futuros ingenieros industriales, lo que constituye una deficiencia desde la concepción del currículo.

(R., ( 2005)) define como problema profesional, “los casos particulares del objeto de la profesión que contienen una solución problemática a resolver, de acuerdo con el modo de actuación del profesional y aplicando los conocimientos que reflejan la lógica del objeto”. En este caso prevalecen en la formación de los egresados dos aspectos, la problemática a resolver en los procesos industriales y el modo de actuación del profesional, definición que se adecua a las necesidades de la carrera Ingeniería Industrial para la formación de los ingenieros.

Los problemas profesionales deben ser implementados de forma general en las diferentes formas organizativas del proceso docente educativo y en particular en las actividades prácticas, tales como clases prácticas, seminario taller, laboratorios y cursos virtuales, etc. Las Prácticas Pre Profesionales es la oportunidad que tienen los estudiantes de pregrado de la Facultad de Ciencias de las Ingenierías y Aplicadas de adquirir la competencia profesional básica para desempeñarse en un entorno profesional complejo, como es el área de la producción industrial, reactores y control de parámetros industriales, aplicando los conocimientos y habilidades adquiridas a lo largo de la carrera.

Las prácticas pre profesionales o pasantías son parte fundamental del currículo de los estudiantes de la carrera Ingeniería industrial, en estas se presentan dificultades en la caracterización de las reacciones químicas, formulación de sustancias y sus aplicaciones que no facilitan a los estudiantes un buen desempeño en los procesos de productivos.

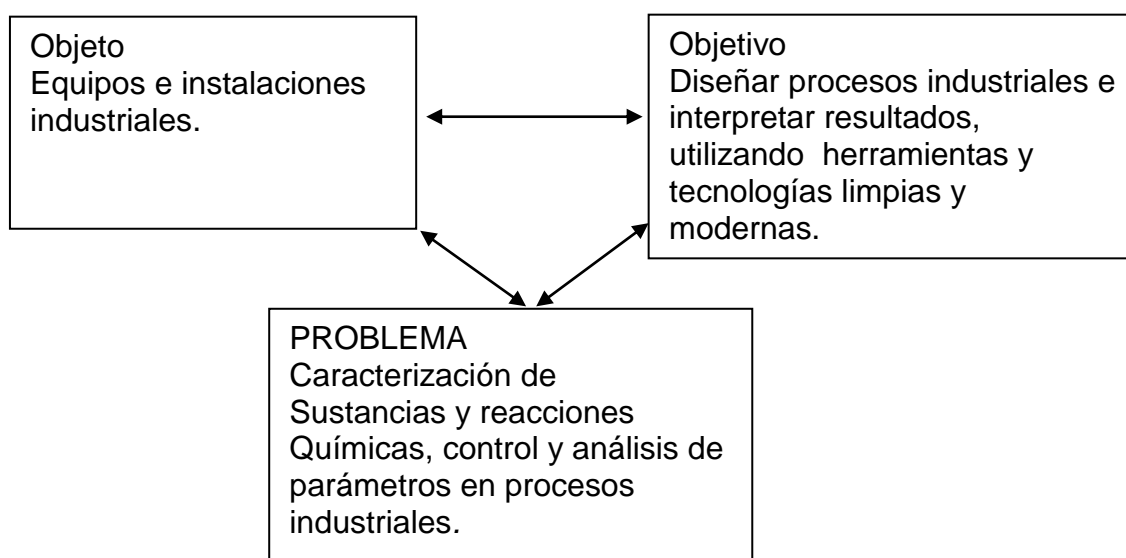
Los problemas profesionales propuestos tienen la característica de estar vinculados con los procesos industriales de la localidad y del país, brindando una información preliminar de las características del proceso de producción industrial, situaciones a valorar para el mejoramiento de las condiciones ambientales del entorno y la eficiencia energética del proceso analizado, lo cual está en estrecha relación con el contenido de la asignatura que se imparte.

El objetivo del presente trabajo es aplicar problemas profesionales en la impartición de los contenidos de Química Industrial caracterizados por la relación con los procesos industriales de las empresas lácteas, del petróleo, alimentaria, cerámica, azucarera y sus derivados, que contribuya a un buen desempeño de los estudiantes en las prácticas pre profesionales.

## DESARROLLO

La relación dialéctica entre el proceso docente educativo y la sociedad para el ingeniero industrial está dada en la responsabilidad social de los futuros ingenieros para convertirse en una fuerza de progreso social, resolviendo problemas prioritarios de la sociedad, contribuye de manera eficaz al desarrollo económico del país, a la sostenibilidad ambiental, y la diversificación de las industrias. A través de siguiente esquema se muestra dicha relación.

Figura 1. Relación entre el Proceso Docente Educativo y la sociedad para el Ingeniero Industrial.



Atendiendo a su vinculación con la realidad los problemas profesionales pueden clasificarse en los siguientes tipos:

Problemas reales vivos: responden a un problema real. Son los ideales para favorecer el componente laboral e investigativo.

Problemas reales: responden a un tema tomado de la realidad para configurar mejor los contenidos del proyecto docente, mediante los datos aportados por la situación real.

Problemas artificiales o de ficción: problemas planteados como simulación de la realidad para el aprendizaje en el marco de la docencia.

Es importante señalar que no siempre hay que tomar cualquier problema por el hecho de que venga del mundo real, sino los que reúnan las condiciones para un aprendizaje significativo en su solución, en este sentido son factibles los reales que ofrecen datos reales del objeto en cuestión.

La asignatura Química Industrial aporta elementos del conocimiento a diferentes asignaturas de la carrera Ingeniería Industrial que se imparten posterior a la misma como Sistema de Gestión Integral de Calidad y Gestión de la Producción y estas a su vez en un sistema integrado de inter aprendizaje aportan conocimientos a las prácticas pre profesionales y sus relaciones se pueden observar al establecer nodos interdisciplinarios y nodos principales como se representa a continuación

Los problemas profesionales se aplicaron en los temas, Dinámica de las reacciones químicas, estequiometría y oxidación-reducción, los cuales fueron seleccionados

debido a que estos son los que ofrecen mayores posibilidades de vinculación de la asignatura Química con el ejercicio de la profesión.

### 1.1 Metodología aplicada en la investigación.

Se realizó un diagnóstico cognoscitivo de química al 85% de los estudiantes que realizan las prácticas pre profesionales, para conocer las limitaciones de conocimientos de esta asignatura para el desempeño de la profesión, se elaboró un sistema de problemas profesionales para los temas dinámica de las reacciones químicas, estequiometría y oxidación –reducción, temas que más relación tienen con los procesos que se desarrollan en las industrias de la localidad.

Se validó el sistema de problemas profesionales por criterio de expertos, se tuvo en cuenta para la selección de los expertos, ser graduados del nivel superior, tener más de cinco o más años de experiencia de trabajo en la Universidad y diez o más años de trabajo en industrias de la localidad.

Se aplicaron encuestas a 25 profesionales ingenieros industriales de diferentes empresas, 6 Master y 4 Doctores profesores de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se determinó el coeficiente de competencia ( $k$ ) y se determinó que es  $0,25 \leq k \leq 1$ .

Se realizó un pre experimento con el paralelo A de segundo ciclo de la carrera Ingeniería industrial comparándose los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial y final, estos últimos superiores a los iniciales en un 35,4 %. Posteriormente se aplicó la prueba estadística no paramétrica denominada “Rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon”, para el análisis de la confiabilidad del experimento.

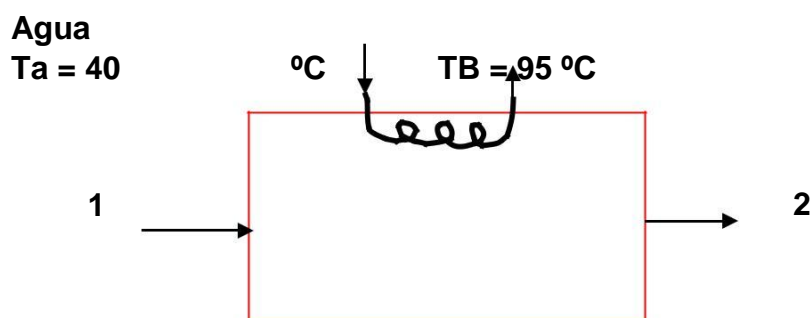
Se presentan algunos ejemplos de estos problemas profesionales en los temas seleccionados.

### 1.2 Ejemplos de problemas profesionales propuestos.

#### Problema Profesional No.1

En el proceso de pasteurización de la leche se utiliza un intercambiador de calor como el de la figura 1 para aumentar su temperatura hasta  $72^{\circ}\text{C}$ , se han de calentar  $50\text{ kg/min}$  de agua desde  $40^{\circ}\text{C}$  hasta  $95^{\circ}\text{C}$  mediante gases calientes que entran al intercambiador a  $227^{\circ}\text{C}$  y salen a la temperatura de  $114,2^{\circ}\text{C}$ . Considerando que la cantidad de calor que cede el aire es igual a la que absorbe el agua (sin pérdidas) y que el proceso ocurre a presión constante (despreciando la caída de presión).

- Diga qué ley se pone de manifiesto en el proceso que ocurre en el intercambiador de calor.
- ¿Qué le sucederá a la entropía del agua y de los gases en el transcurso del proceso si el intercambio se produce a presión constante? Explique.
- ¿Qué material Ud. aconsejaría usar para la fabricación del intercambiador de calor? Seleccione el más barato entre los idóneos. Justifique su respuesta basándose en las propiedades de las sustancias.
- Explique cómo inciden las condiciones de trabajo sobre la durabilidad del material del intercambiador.



$$T1 = 227^{\circ} \text{C}$$

o

$$T2 = 114,2$$

Los incisos a y b están vinculados con los contenidos de termoquímica, ya que para realizar el cálculo de la temperatura final de los gases los estudiantes deben basarse en que el calor cedido por el aire es igual al calor absorbido por el agua (inciso a) y en el inciso b deben aplicar el concepto de entropía. El inciso c se debe tener en cuenta el criterio económico para dicha selección de la base del intercambiador.

Finalmente el estudiante debe referirse a las aplicaciones prácticas del equipo, tales como: calentamiento del agua de alimentación de una caldera para elevar su eficiencia, aprovechamiento de los gases del horno para calentamiento del agua que se usa para fregar en una cocina y en lavados y limpiezas de superficies que contengan impurezas (procesos de recubrimiento).

### Problema Profesional No.2

En las calderas de vapor de la industria azucarera, se quema fuel oil (combustible líquido) de producción nacional para la generación de vapor, utilizado este en los procesos de evaporación y cristalización del azúcar fundamentalmente. Para este tipo de combustible el carbono, el hidrógeno y el azufre son los principales elementos del proceso de combustión y en dependencia de la cantidad de oxígeno se logra que esta sea completa o incompleta; se sabe que la temperatura en el horno es de 1273 K (1000 °C).

- Plantee las reacciones de combustión completa del C(s), H<sub>2</sub>(g) y S(s).
- Plantee la reacción de combustión incompleta del C(s) y compare los valores de  $\Delta H^{\circ}_f$  de ambas reacciones (combustión completa e incompleta). Diga cuál de las dos Ud. escogería para realizar el proceso de combustión teniendo en cuenta la eficiencia energética.
- Calcule  $\Delta G^{\circ}$  para la reacción de formación del H<sub>2</sub>O (g) si se conoce que  $\Delta S^{\circ}$  para este proceso es igual a -56,535 kJ/K a la temperatura de trabajo. Diga si el proceso es o no espontáneo a dicha temperatura en condiciones standard.
- ¿Qué conceptos básicos de la termoquímica usted aplicó para la resolución del ejercicio anterior? Justifique su respuesta.
- ¿Cómo afectan al medio ambiente los gases producto de la combustión?

Busque los datos necesarios en el libro de texto.

Este problema se vincula con el contenido del tema dinámica de las reacciones químicas, los estudiantes deben aplicar la ley de Hess para el cálculo del calor de las reacciones de combustión especificadas en el problema, seleccionar la de mayor eficiencia energética y explicar los efectos que pueden provocar las emisiones de los gases al medio ambiente, se tomó el ejemplo de las calderas de vapor por ser característico en otros procesos industriales como la industria azucarera, a los que se vincularán los estudiantes en su futura actividad profesional.

### Problema Profesional No 3

La industria del níquel utiliza como materia prima las lateríticas que contienen alrededor de 1,5% de Ni y 0,14% de Co, además de otros metales como el Al, Zn, etc. Uno de los productos finales obtenidos en la referida industria es el óxido de níquel (II).

- Diga si este puede ser reducido por el hidrógeno a metal libre a temperatura de 298 K.

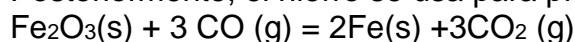
- Realice este mismo análisis con el  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y el  $\text{ZnO}$ .
- Plantee las ecuaciones químicas correspondientes y clasifíquelas.
- Haga una valoración sobre las posibles fuentes de contaminación ambiental que produce este proceso industrial.
- ¿Cómo se puede lograr que el proceso energético sea lo más eficiente posible?

Sustancia	$S^\circ (\text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1})$	$H^\circ_f (\text{kJ/kmol})$
$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$	51	719,2
$\text{ZnO}(\text{s})$	44	-15,4
$\text{NiO}(\text{s})$	38	-45,6
$\text{H}_2(\text{g})$	131	0,0
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	70	-285,6
$\text{Al}(\text{s})$	28	0,0
$\text{Zn}(\text{s})$	42	0,0
$\text{Ni}(\text{s})$	30	0,0

Para la resolución de este ejercicio se trabajará de forma grupal conformando 3 equipos para valorar el comportamiento de cada óxido. Se le da a conocer a los estudiantes como datos en el problema la composición química de la materia prima para la producción de los óxidos de níquel y cobalto que constituye una producción química de importancia en la economía cubana. Deben hacer el cálculo de las magnitudes termodinámicas, variación de entropía, variación de entalpía y variación de energía de Gibbs para cada proceso. El trabajo de los estudiantes en grupos facilitará la discusión de los resultados del problema y la valoración de los incisos d y e.

#### Problema Profesional No 4

La producción del acero requiere de varias reacciones químicas entre ellas las empleadas para refinar el mineral de hierro. Los óxidos de hierro del mineral reaccionan con el monóxido de carbono, obteniéndose hierro puro y dióxido de carbono. Posteriormente, el hierro se usa para producir acero.



- Si reaccionaron 2g de óxido de hierro (III) con 2g de monóxido de carbono, explique cuál es la sustancia limitante del proceso.
- ¿Cuánto hay en exceso de la otra?
- ¿Cuánto hierro se formó para la producción de acero?
- ¿Qué usted haría como ingeniero industrial para prevenir el proceso de oxidación del hierro una vez obtenido puro para la fabricación de acero?

La industria del acero en el Ecuador constituye un pilar fundamental en la cadena productiva del país, por su alto valor agregado, componentes tecnológicos y su articulación con diversos sectores industriales. De esta manera se justifica su transversalidad con los sectores alimenticio, textil y confecciones, maderero, de la construcción, etc. Los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial se vinculan con estas industrias a través de proyectos formativos y además en las prácticas pre profesionales. Este tipo de problema les brinda esencialmente las características de la reacción química de purificación del hierro para la fabricación del acero y los cálculos



estequiométricos brindan la posibilidad de saber en qué proporciones se deben combinar los reaccionantes y cuanta cantidad de hierro se obtiene a través de ese proceso. También se debe relacionar con los efectos ambientales que provoca las emisiones de CO<sub>2</sub> al medio, buscar producciones limpias en cualquier industria.

#### Problema Profesional No 5

En la industria del petróleo en Ecuador los hornos se usan para las operaciones de calentamiento, tratamiento y vaporización, uno de los combustibles que pueden consumir dichos hornos es el coque (subproducto del petróleo) Se quiere quemar un combustible gaseoso (gas coque) que tiene la siguiente composición: 54% de hidrógeno, 5,6% de di nitrógeno, 2% de dióxido de carbono, 0,4% de di oxígeno, 28% de metano y 2,6% de etano a la temperatura de 1473K.

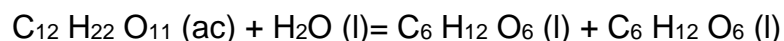
- Plantee las ecuaciones de combustión completa del metano y el etano a esa temperatura.
- Explique qué afectaciones ocasionan al medio ambiente los gases de la combustión.
- Suponiendo que las reacciones de combustión del metano y el etano ocurren a temperatura de 298K.
- Calcule las entalpías de combustión de ambos gases y argumente cuál de ellas es más factible utilizar como fuente de energía.
- Calcule la variación de energía libre para ambas reacciones haciendo uso de la tabla que relaciona los valores de entalpías de formación y entropías absolutas. ¿Serán espontáneas estas reacciones a 298K?

Por la importancia que tiene la industria del petróleo en Ecuador y las perspectivas de los procesos de extracción, refinación, utilización de sus derivados y subproductos, se toma este ejemplo para relacionarlo con el tema dinámica de las reacciones químicas, los cálculos de las entalpías de combustión de las dos sustancias seleccionadas les facilitará ver cuál es más eficiente energéticamente y podrán explicar los efectos nocivos para el medio ambiente, cuestiones importantes para la futura actividad profesional de los estudiantes.

#### Problema Profesional No 6

La inversión de la sacarosa en medio ácido es utilizada en el proceso de diversificación de la industria azucarera en el Ecuador, para la obtención de los monosacáridos glucosa y fructosa (ambos de igual fórmula molecular), el primero de ellos en estado sólido o líquido constituye la materia prima para la obtención de sorbitol, el segundo monosacárido se utiliza en la fabricación de refrescos saborizados. En este proceso de inversión se obtienen los siguientes datos experimentales.

HCL (ac)



Experimento	C(C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> )mol/l	V(mol.l <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )
I	0.10	6,170.10 <sup>-5</sup>
II	0,20	1,234.10 <sup>-4</sup>
III	0,50	3,085.10 <sup>-4</sup>

- a) Determine la ley de velocidad de la reacción y el orden de reacción respecto a la sacarosa.
- b) Diga si la reacción ocurre por un mecanismo sencillo o complejo. Justifique su respuesta.
- c) Calcule el valor de la constante de velocidad.
- d) La obtención de la glucosa y de sorbitol se realizan por procesos catalíticos homogéneos y heterogéneos respectivamente, investigue en cuál de ellos habrá mayor consumo energético y cuál de las producciones es más limpia.

La resolución de este problema es parte del contenido del tema dinámica de las reacciones químicas, los conceptos y la teoría en general de la velocidad de las reacciones, se vincula con un proceso industrial que tiene importancia y en la actualidad, se renueva con la concepción de diversificar la industria, por esta razón se les brinda información preliminar de los procesos de obtención de glucosa, fructosa y sorbitol a partir de la producción de azúcar de caña. En su resolución aplican los conceptos velocidad de reacción, orden, mecanismo de reacción y tipos de catálisis. Se enfatiza además en los efectos contaminantes al medio ambiente de dichas producciones y en la eficiencia energética de estos.

### 1.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El diagnóstico de conocimientos de Química aplicado a los estudiantes de la carrera Ingeniería industrial que realizan sus prácticas pre profesionales, se realizó tomando una muestra intencional de 50 estudiantes para una población de 70.

De esa muestra el 76,5% se califica de insuficiente (5,5 y 6,5 puntos escala de 10) al calificar el diagnóstico inicial, los aspectos con dificultades cognoscitivas son: la caracterización de las reacciones químicas en cuanto a composición, relaciones estequiométricas de las cantidades de sustancias que reaccionan, aplicación de las leyes termoquímicas y las reacciones redox, aspectos del conocimiento que se relacionan con los procesos de intercambio de calor en las industrias, proporciones de sustancias químicas a mezclar en los reactores químicos y fabricación de equipos y depósitos para la colocación y transporte de sustancias químicas.

El 12% se califica de regular (entre 7 y 8 puntos de la misma escala) y el 11,5 % obtienen puntuaciones de 8,1 a 10 puntos considerados con conocimientos de Química correctos para el desempeño de sus prácticas pre profesionales.

El experimento pedagógico de tipo pre-experimento aplicado demostró la efectividad de la aplicación de los problemas profesionales aplicados, lo que fue corroborado por los resultados alcanzados en el comportamiento de las dimensiones e indicadores determinados y medidos durante la etapa experimental. Los indicadores medidos fueron solidez de los conocimientos y rendimiento académico, con los resultados siguientes, en el 86,5 % de los estudiantes perduran en el tiempo los conocimientos después de ser aplicados los problemas profesionales, a través de clases prácticas, prácticas de laboratorio y cursos virtuales.

Los resultados anteriores corroboran lo expresado por (Fariñas León, (2008)), que preparar la mayor parte posible del contenido de la materia en forma de tareas de aprendizaje que expresen problemas de la profesión y que los mismos, tengan un sentido social-personal, para mantener la atención constante del aprendizaje y la solidez del conocimiento adquiridos.

El indicador rendimiento académico fue medido por el índice académico promedio de los estudiantes en los productos académicos 1,2,3,4 fue de 89,2% y la prueba de salida del experimento pedagógico fue de un 91,3% de aprobados con más de 8.1, escala de 10.

El nivel de significación usado fue de 0.05, al aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para decidir en este caso si hay diferencias en los puntajes finales e iniciales de cada dimensión en la población estudiada, se pudo comprobar para ese nivel de significación, que existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial y final.

El criterio de expertos se aplicó para la validación de los ejercicios profesionales propuestos estableciéndose los siguientes indicadores para su evaluación:

1. Vinculación de los contenidos de la Química con aspectos de la profesión de los ingenieros industriales.
2. Análisis y propuestas de soluciones a problemas energéticos y medioambientales que se presentan en diferentes industrias relacionados con el contenido de Química Industrial que reciben en el desarrollo de su formación académica.
3. Pertinencia de los problemas profesionales con el perfil del Ingeniero Industrial.

Para la aplicación del criterio de expertos se aplicaron encuestas a una selección de 25 profesionales Ingenieros Industriales, de diferentes empresas donde realizan prácticas pre profesionales los estudiantes de Ingeniería Industrial, 6 Master y 4 Doctores profesores de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se determinó el coeficiente de competencia ( $k$ ) y se consideró que  $0,25 \leq k \leq 1$ . Considerado adecuado para la evaluación que se necesita.

En la evaluación de los indicadores el 95% de los expertos consideró el número 1 muy adecuado y el 5% adecuado.

Para el indicador 2 el 96,3% lo consideraron muy adecuado y para el indicador 3 el 98% de los expertos consideraron muy adecuado.

## CONCLUSIONES

1. El criterio de expertos para la validación de los problemas profesionales contó con un coeficiente de competencia elevado, de  $0,25 \leq k \leq 1$ , y la evaluación de los indicadores establecidos fue de muy adecuado y adecuado.
2. Los problemas profesionales se aplican en los temas Dinámica de las Reacciones, estequiometrias y oxidación reducción de la asignatura Química Industrial, caracterizados por la mayor integración con los procesos industriales, valoración de las condiciones ambientales y eficiencia energética de los mismos.
3. Se pudo comprobar para el nivel de significación de 0,5, que existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial y final del pre experimento realizado con los estudiantes del 2do ciclo de la carrera Ingeniería Industrial y son confiable los resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ “ University Park, Philadelphia”, . ( 1994). . *Employers, and Policy Makers*,.
- ✓ A, R. (. ( 2000),). Educación Química,. *Integración conceptual en cursos de Química General*, 11 (1), 178-181,.
- ✓ Arquitectura “. (. (2014)). *Tesis de Maestría*”, *Universidad de Camagüey, Cuba*.
- ✓ Bello, L. ((2000)). La enseñanza de la Química General y su vínculo con la Vida. *Educación Química*, 11 (4), 374-380.
- ✓ Fariñas León, G. ( (2008)). . Para una didáctica del aprender a aprender. . *Editorial Félix Varela, La Habana*.
- ✓ Hacia el mejoramiento de la educación universitaria. (1999.). ,2ª ed., *Editorial Trillas, México* .
- ✓ Hanson, D. W. (( 1998)). *Improving the teaching/learning process in*.
- ✓ Jones, E. ((1985)). “ Essential Skills in Writing, Speech and Listening , and Critical Thinking for College Graduates: Perspectives of Faculty”,,.
- ✓ R., P. (( 2005)). Estructuración de contenidos y problemas. *Elio*.

- ✓ Rugarcía, A. (. ( 2000), ). “Los retos en la formación de Ingenieros Industriales”,. ,
- ✓ TORRICELLA-MORALES, R. F. (2008, ). Aprender a aprender en la educación superior: experiencia cubana desde una perspectiva vygotskiana. G.. En: . (Ed.). *Curso precongreso Universidad 2008. La Habana: Editorial Universitaria*, , pp. 31-46. ISBN 978-959-16.<sup>0</sup>