

## La problematización de la enseñanza del análisis de procesos en la formación del ingeniero químico.

### Problematization in Teaching of Process Analysis in Chemical Engineering Education.

**Jorge Antonio Díaz Lozada**

[jorgedlz@yandex.com](mailto:jorgedlz@yandex.com)

Universidad Tecnológica de La Habana (Cuba).

**Leticia Centelles Badell**

[letica.centelles@gmail.com](mailto:letica.centelles@gmail.com)

Universidad Tecnológica de La Habana (Cuba).

**Eduardo García Noa**

[egarcianoa@quimica.cujae.edu.cu](mailto:egarcianoa@quimica.cujae.edu.cu)

Universidad Tecnológica de La Habana (Cuba).

**Jorge Luis Fonseca Lette**

[jorgeluisfl@quimica.cujae.edu.cu](mailto:jorgeluisfl@quimica.cujae.edu.cu)

Universidad Tecnológica de La Habana (Cuba).

#### RESUMEN.

En este trabajo, se reflexiona sobre la necesidad de problematizar la enseñanza de la disciplina Análisis de Procesos en la formación del ingeniero químico. De modo que este profesional se prepare para poder asumir los retos que le planteen su actividad profesional y su inserción en la actividad económica y productiva. La formación en Ingeniería Química debe satisfacer los retos de la sociedad del conocimiento: un proceso de enseñanza que prepare al sujeto para aplicar los saberes adquiridos en la carrera para resolver problemas en ámbitos laborales diversos, la capacidad de identificar las necesidades de superación personal en su entorno laboral o profesional y de organizar su propio aprendizaje con un alto grado de autonomía en contextos diversos. El Análisis de Procesos es la disciplina encargada de la preparación del ingeniero químico para emplear las herramientas que brindan las nuevas tecnologías de la información y la Matemática aplicadas a la Ingeniería Química. Su formación incluye el estudio de leyes, principios y métodos de trabajo, aplicados a diversidad de situaciones de la realidad en su objeto de estudio y el dominio de habilidades definidas como objetivos esenciales, en especial la habilidad para resolver problemas. Es por ello que con la problematización de la enseñanza del análisis de procesos se propicia la solidez de los conocimientos adquiridos, la capacidad de encontrar solución a los problemas propios de la profesión mediante la integración de conocimientos adquiridos en otras disciplinas y de aprender a aprender como forma de satisfacer sus propias necesidades de autosuperación.

#### PALABRAS CLAVE.

Análisis de procesos, problematización de la enseñanza, resolución de problemas, ingeniero químico, aprender a aprender.



Fecha de recepción: 13-06-2016 Fecha de aceptación: 20-11-2016

Díaz, J. A., Centelles, L., García, E., & Fonseca, J. L. (2017). La problematización de la enseñanza del análisis de procesos en la formación del ingeniero químico

*International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 7, 54-65

ISSN: 2386-4303

**ABSTRACT.**

This paper reflected about the necessity to use the problematic teaching method in the discipline Analysis of Processes for the chemical engineer's formation. As a way that this professional can assume the challenges that outline him professional activity and him insertion in the economic and productive activity. The formation in Chemical Engineering should satisfy the challenges of the society, those are: the necessity of a teaching process that prepares the student to apply the knowledge acquired in the career, to solve problems in the diverse labor environments, the capacity to identify the necessities of personal training in their labor or professional environment and the capability to organize their own learning with a high degree of autonomy in diverse contexts. The Analysis of Processes is the discipline in charge on the chemical engineer's preparation to use the tools that offer the Technologies of the Information and the maths applied to the Chemical Engineering. Their formation includes the study of laws, principles and methods applied to several real situations on its object of study and to acquire the abilities defined as essential objectives, especially the ability to solve problems. For that reason the use of the problematic teaching method on the Analysis of Processes discipline, provide the consolidation of the acquired knowledge, the capacity to find the solutions to the typical problems of their profession integrating the knowledge acquired in other disciplines and learning to learn as the way to satisfy their self-improvement necessities.

**KEY WORDS.**

Process analysis, problematization of teaching, problem solving, chemical engineer, learning to learn.

**1. Introducción.**

La humanidad enfrenta fenómenos que marcan esta época y comprometen su futuro: un desarrollo acelerado de la ciencia y la tecnología sin una ética a la altura de ese desarrollo que permita abordar con responsabilidad los problemas que retan la racionalidad humana. Es por ello que se debe garantizar una adecuada formación a los profesionales a quienes corresponde enfrentar de forma responsable estos problemas.

Tradicionalmente, la educación superior ha priorizado la transmisión de conocimientos y saberes mientras que las habilidades, los valores y las actitudes han sido relegadas a un segundo plano (Tirado et al., 2007). La formación del ingeniero químico no escapa a estos problemas, y se precisa de una formación que le prepare para asumir los retos que le planteen su actividad profesional y su inserción en la actividad económica y productiva.

Esta formación debe considerar un proceso de enseñanza que prepare al profesional para aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera, resolver problemas en ámbitos laborales diversos, la capacidad de identificar las necesidades de superación personal en su entorno laboral o profesional y de organizar su propio aprendizaje con un alto grado de autonomía en diferentes contextos.



En este proceso es importante la preparación del ingeniero químico para emplear las herramientas que brindan las nuevas tecnologías de la información y la Matemática aplicadas a la Ingeniería Química. Esta función la cumple el *Análisis de Procesos*, disciplina encargada además del estudio de leyes, principios y métodos de trabajo, aplicados en la resolución de problemas en situaciones diversas.

Con la problematización de la enseñanza del *Análisis de Procesos* se garantiza un aprendizaje significativo, la capacidad de encontrar solución a los problemas propios de la profesión y de aprender a aprender como forma de satisfacer sus propias necesidades de autosuperación.

Pero ¿cómo organizar el proceso de enseñanza aprendizaje del *Análisis de Procesos* de modo que prepare al futuro ingeniero químico como protagonista activo en el enfrentamiento de los retos que enfrenta la humanidad?

## 2. Problematización del proceso de enseñanza aprendizaje.

En opinión de Freire (2010) el docente no solo tiene la responsabilidad de enseñar contenidos, sino que debe preparar al estudiante para que reconozca su papel como arquitecto de su propio aprendizaje, y la resolución de problemas constituye una excelente oportunidad para ello. Sin embargo aún no es suficiente el interés prestado a la resolución de problemas en el aprendizaje de conceptos, relaciones y proposiciones por parte de algunos docentes.

La resolución de problemas a pesar de haber sido abordada durante años por diversos investigadores aún continúa siendo un tema pendiente de debate porque las condiciones que impone la sociedad del conocimiento plantean cada día nuevos retos por superar.

Esta situación de aprendizaje constituye un tema de interés en todos los niveles de enseñanza y en todas las áreas del conocimiento razón por la que ha sido abordada por diversos investigadores priorizando la búsqueda de modelos eficientes para alcanzar el éxito en el proceso de resolución. Es importante señalar que desempeña diversas e importantes funciones: heurística, socializadora, desarrolladora, modeladora, sistematizadora y lógica entre otras.

Problematizar el proceso de enseñanza aprendizaje de una signatura o disciplina es exponer el contenido de la disciplina a través de situaciones que generen problemas, cuya solución desencadene la generación de conocimientos y saberes de la misma contemplados en el programa.

Lo anterior debe partir de los objetivos del programa y los planes de estudio como guía del docente en la selección de situaciones concretas, y los respectivos problemas que servirán a los estudiantes en la construcción de nuevos conocimientos y habilidades.

Según criterio de Campistrous y Rizo (2002), las tendencias más importantes en la problematización del contenido de enseñanza son:

- Enseñanza problémica,
- la enseñanza por proyectos,
- la enseñanza basada en problemas,
- el aprendizaje basado en problemas.



Estas tendencias tienen como elemento común que en mayor o menor medida colocan al estudiante como protagonista principal en el proceso de búsqueda de vías de solución a los problemas.

En especial el aprendizaje basado en problemas es una forma de trabajo que estimula capacidades necesarias en un entorno de aprendizaje vinculado con las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (Cataldi et al, 2000): trabajo grupal, aprendizaje autónomo, protagonismo del estudiante, preparación para el desarrollo de proyectos entre otras.

Esta forma de trabajo se sustenta esencialmente en la capacidad y necesidad del sujeto de aprender, más que en la de los docentes para manejar grandes volúmenes de información y saber transmitirla; enfatiza más la habilidad de resolver problemas y aprender en forma continua que la obtención y memorización de información; confía más en el entusiasmo por aprender que en el control del aprendizaje.

Las categorías fundamentales que se manejan en esta tendencia son: el problema, grupo cooperativo, las necesidades de aprendizaje y el aprendizaje autónomo.

El problema es definido por el docente o por los estudiantes como una situación a través de la cual se solicita a estos últimos que, en grupos de trabajo, aborden de forma ordenada y desde un trabajo coordinado las diferentes fases que implica la resolución o desarrollo del trabajo en torno al problema o situación.

En las fuentes bibliográficas consultadas no están definidos patrones fijos para su implementación, pero a partir de las regularidades identificadas, se asumen como elementos fundamentales:

- *Precisión del problema o tarea a resolver.*
- *Establecimiento de las necesidades de información y recursos (búsqueda, acceso y validación de información).*
- *Diseño de un plan de trabajo coordinado.*
- *Desarrollo del plan.*
- *Puesta en común de resultados o conclusiones.*
- *Elaboración de un documento o informe común.*

En la *precisión del problema a resolver*, es importante precisar el problema o tarea a proponer a los estudiantes, lo que depende del currículo, plan de estudio, contenido, los objetivos que se plantean en el programa, las características del grupo, los conocimientos previos, los niveles de desempeño alcanzados y los que se pretende alcanzar.

Para el *establecimiento de las necesidades de información y recursos (búsqueda, acceso y validación de información)* se parte de las exigencias del programa, de las fuentes de información y recursos informáticos disponibles, las habilidades y capacidades que le permitan hacer un empleo adecuado de estos recursos.

En el *diseño de un plan de trabajo coordinado* es necesaria la implementación de un plan de actividades coherente con los elementos anteriores que contemple los objetivos propuestos, las características del grupo docente y de sus integrantes de forma particular y diferenciada.





Para el *desarrollo del plan* se exige la participación activa de cada integrante del grupo, el trabajo cooperativo y colaborativo, el control del cumplimiento de los objetivos propuestos, el control colectivo del logro de los objetivos, la identificación de las fortalezas y debilidades en la ejecución del plan.

Con el fin de *poner en común los resultados*, se discute acerca de estos, se reflexiona sobre los métodos utilizados, se critica y autocritica la efectividad del plan desarrollado para alcanzarlos.

Finalmente se *elabora un documento o informe común*, para lo que se recogen las conclusiones individuales y colectivas y bajo el consenso se redacta un informe que responda a las exigencias del problema, que aporte nuevos elementos del conocimiento en correspondencia con los objetivos del programa y que sea coherente con el plan de estudio. En la redacción del informe se deben exponer los resultados de las conclusiones colectivas de forma clara, concisa y contundente.

Es importante tener en cuenta que el docente desempeña el papel de facilitador que plantea una actividad en torno a la que el estudiante construye su aprendizaje (Cataldi et al., 2000). Al estudiante corresponde el rol protagónico en el establecimiento de la dirección y profundidad del estudio: por ello selecciona eficientemente información de diversas fuentes e integra información proveniente de diversas áreas, de modo que desarrolla una intensa actividad mental mientras ejercita y desarrolla el razonamiento.

El propósito, más que resolver el problema es que el estudiante haga suyos los objetivos de aprendizaje planteados en el mismo.

Esta tendencia permite individualizar el aprendizaje, ayudando al estudiante a enfatizar los tópicos y asuntos que constituyen para él sus necesidades de aprendizaje. Al estimularlo a controlar su propia dirección, velocidad y la intensidad de su esfuerzo en el estudio, disminuye la frustración y hace que el ambiente de aprendizaje sea más propicio al entusiasmo y la creatividad.

Estimula el desarrollo de hábitos, habilidades y la implementación de estrategias para el aprendizaje continuo e independiente, favorece el aprender a aprender, seleccionar y jerarquizar la información relevante a sus necesidades e intereses y de actualizarse en forma permanente.

Los sujetos desarrollan sus propios modelos de la realidad usando tanto su experiencia personal como datos de investigación, y mediante su participación en el grupo escolar refinan y dan continuamente forma a esos modelos.

El aprendizaje basado en problemas estimula, entre otros aspectos: la independencia cognoscitiva, el alumno es un ente activo que desarrolla sus propios modelos para aplicar información, al docente corresponde proveer al alumno de actividades instructivas para presentar el conocimiento, seleccionar problemas significativos y dotarlos de estrategias para comprenderlos y resolverlos, con la meta de que a través del manejo de su propio aprendizaje puedan convertirse en pensadores independientes.

Esta forma de trabajo basada en la colaboración, entrena al grupo en el logro de consenso a través del debate y confrontación de puntos de vista divergentes, así como identificar los sesgos y errores en los juicios personales. Es importante señalar que en lo personal estimula el desarrollo del pensamiento crítico, flexible y reflexivo.



### 3. El Análisis de Procesos en la formación del ingeniero químico.

Como profesión la Ingeniería Química tiene como propósito la aplicación de los principios de las ciencias físicas, la economía y las relaciones humanas, a esferas de la actividad humana relacionadas de modo directo con procesos en los cuales la materia es objeto de tratamiento, con el propósito de efectuar cambios en su estado, su composición y contenido de energía.

En la formación del Ingeniero Químico se considera necesario el estudio de leyes, principios y métodos de trabajo, aplicándolos a la mayor diversidad posible de situaciones extraídas de la realidad en su objeto de estudio. Es por ello que desde los primeros años de la carrera se propicia el uso de la computación y las tecnologías de la información y las comunicaciones como herramientas para procesar la información pertinente.

El sistema de conocimientos de las asignaturas se organiza de modo que las actividades a realizar por el estudiante garanticen el dominio de las habilidades definidas como objetivos esenciales. De esta forma se garantiza una base científica con la amplitud y solidez necesarias para entender los fenómenos más comunes en el ámbito de la profesión.

En cada asignatura se enfatiza el empleo de los principios básicos y métodos de trabajo, con vistas a desarrollar en el estudiante la capacidad para el análisis de situaciones nuevas.

El *Análisis de Procesos* desempeña un importante papel como disciplina que comprende el estudio y empleo de las técnicas de computación combinado con métodos numéricos y estadísticos, nociones de optimización, así como la modelación matemática de los fenómenos y equipos más frecuentes de la industria y la simulación de su comportamiento.

La aparición de esta disciplina es consecuencia del desarrollo creciente de las tecnologías de la información y las comunicaciones, que abrió paso a un enfoque de trabajo en el campo de la Ingeniería Química avalado por la necesidad de aumentar la eficiencia y disminuir los costos. Su objeto de estudio comprende tanto el empleo de las técnicas de computación digital combinadas con los métodos numéricos avanzados, como la modelación de procesos tanto para la descripción o estudio de los fenómenos como para la simulación y optimización de los mismos de modo que se garantice una explotación eficiente.

La disciplina comprende cuatro grandes áreas, todas ellas por igual esenciales:

1. *Desarrollo de algoritmos computacionales* en los cuales los principios matemáticos juegan un papel importante, no solo para resolver los problemas sino también para formularlos.
2. *Procesamiento y análisis de la información.*
3. *Control integral de la calidad* en su acepción más amplia, que permite al profesional resolver con precisión los problemas técnicos que se presenten en su esfera de acción.
4. *Obtención de modelos matemáticos, el desarrollo de algoritmos de solución y de estrategias de simulación* para el análisis de situaciones propias del ejercicio de su profesión.



Esta disciplina dota al ingeniero químico de métodos de análisis que le permiten abordar la solución de los problemas en su esfera de actuación con un enfoque sistémico, tiene un carácter integrador y generalizador dado que los fundamentos teóricos que utiliza y los problemas que analiza proceden de diferentes campos.

Los elementos básicos que constituyen esta disciplina datan de la década del cincuenta y con el auge de la aplicación de la computación en la década del 60 se simplifican y generaliza su uso. Hoy en día es una herramienta esencial en la solución eficiente y rápida de los problemas de esta profesión.

El estudio de un proceso real se puede desarrollar a través de los siguientes pasos dirigidos a la solución del problema en cuestión:

1. *Determinar qué variables presentes en el proceso deben ser consideradas e incluidas en el modelo.*
2. *Obtención del modelo matemático que exprese las relaciones entre las variables, pueden ser: modelos estadísticos o fenomenológicos.*
3. *Selección del método de solución del modelo (método numérico u otro) teniendo en cuenta el tipo de modelo (algebraico, ecuación diferencial ordinaria, ecuación en derivadas parciales, sistema de ecuaciones, etcétera).*
4. *Programación del algoritmo de cálculo del método numérico.*
5. *Ejecución del cálculo.*
6. *Análisis de los resultados y de la adecuación del modelo matemático.*

Cada uno de estos pasos implica el desarrollo de procedimientos generales, los cuales son impartidos en las asignaturas incluidas en la disciplina.

#### **4. Problematización de la enseñanza del Análisis de Procesos.**

El análisis de procesos como sistema de herramientas matemáticas y computacionales constituye una fortaleza en la formación del ingeniero químico para enfrentar diversos problemas en su actividad profesional de ahí su importancia para la actividad problematizadora en la carrera.

La problematización está dirigida a la selección, estructuración y delimitación de un problema de investigación, supone una revisión crítica de objetivos, estrategias, de programas y acciones concretas. Se plantea presentar el contenido a partir de problemas, para designar una dificultad teórica o práctica, un obstáculo o una carencia de información.

Según Sánchez (1993) la problematización desencadena un proceso de generación de nuevos conocimientos y entrena al sujeto como investigador, cualidad que garantiza la formación de un profesional de la Ingeniería Química capaz de encontrar solución a los diversos problemas propios de su perfil profesional.

La problematización potencia la actividad grupal, aspecto que según Cámara-Zapata (2015) aún no recibe el suficiente reconocimiento, a pesar de que el acelerado desarrollo de la ciencia y la tecnología potencia el trabajo en grupos. A través de los procesos de producción colectiva de conocimientos se logra mayor capacidad de producción, el trabajo en grupo ofrece mejores resultados con respecto al modelo competitivo y al esfuerzo individual.



Problematizar la enseñanza del *Análisis de Procesos* significa organizar el proceso de enseñanza de la disciplina de modo que el estudiante tenga el mayor protagonismo posible en su propio aprendizaje, prepararlo para encontrar solución a los problemas de su propia práctica profesional. Que se estimule la implementación de estrategias tanto generales como específicas que le permitan enfrentar los diversos problemas a resolver en su actividad profesional.

Zuffi y Onuchic (2007) plantean la conveniencia de presentar a los estudiantes el contenido a través de situaciones que los estimulen a razonar sobre la necesidad de construir conceptos y procesos, encontrar significados, establecer nuevas asociaciones o nexos entre conceptos.

En ese sentido Vallim-Reiss y Zuffi (2007) conciben el proceso como una metodología dada en etapas que se inspira en el modo en que se desarrolla una investigación y así ofrecer un patrón para la búsqueda de la vía de solución:

1. *Consciencia de la existencia del problema,*
2. *supresión de los datos,*
3. *interés por la situación problemática abordada,*
4. *análisis cualitativo,*
5. *formulación de Hipótesis,*
6. *estrategias de resolución,*
7. *análisis de los resultados,*
8. *maduración.*

En el presente trabajo se adopta esta metodología porque se acerca a la actividad de un investigador en tiempo real, y prepara al futuro ingeniero para utilizar de modo eficiente las herramientas matemáticas y computacionales que le permitan enfrentar los problemas en su contexto profesional.

Para la implementación se ejemplifica con el tratamiento del tema: *Interpolación polinomial* en la enseñanza de los Métodos Numéricos.

#### *Consciencia de la existencia del problema.*

Se plantea que en algunas situaciones se necesitan conocer determinados valores en un proceso, no se conoce el modelo o la función para obtenerlo, pero si se dispone de algunos valores tabulados de la función. Para la interpolación se trata de obtener una aproximación polinomial de la función tabulada.

*Problema propuesto:* Para el cálculo de las pérdidas de energía en un intercambiador de calor, cuya fuente de energía es agua caliente, se necesita conocer la capacidad calorífica de dicho fluido a varias temperaturas, contando con la información que se muestra en la tabla. Aplique los métodos que se señalan para determinar dichos valores.





- I. Empleando el EXCEL, programe y obtenga la capacidad calórica del agua a 33,00 °C, utilizando:
  - a) El método lineal.
  - b) Un polinomio de Lagrange de orden 2. Programe el cálculo para verificar que la suma de los coeficientes obtenidos es igual a 1 y para obtener el error introducido en la interpolación.
  
- II. Empleando el EXCEL, obtenga la capacidad calórica del agua a 34,20 °C.
  - a) Utilice un polinomio de Lagrange de orden 2. Obtenga el error introducido en dicho cálculo.
  
- III. Empleando el EXCEL, programe y obtenga la capacidad calórica del agua a 33,00 °C.
  - a) Utilice un polinomio de Lagrange de orden 3. Programe el cálculo para verificar que la suma de los coeficientes obtenidos es igual a 1 y para obtener el error introducido en la interpolación.
  
- IV. Empleando el Polymath 5.1 obtenga la capacidad calórica del agua a 39,80 °C, utilizando:
  - a) El método de funciones racionales (RATINT) para todos los valores de la tabla.
  - b) El método lineal (LINEAR).
  - c) Obtenga el gráfico de la capacidad calórica del agua contra temperatura. Analice si se corresponde el comportamiento observado en dicho gráfico con los resultados obtenidos en los incisos anteriores.

n	1	2	3	4	5	6
T (°C)	26,67	29,44	32,32	37,78	48,89	51,67
Capacidad calórica (kJ/kg °C)	4390,0	4378,0	4365,0	4344,0	4294,0	4281,0

#### Supresión de los datos

¿Qué método de interpolación utilizaría y por qué?

Suponga que dispone de datos con la misma organización, pero con magnitudes diferentes, ¿tendrá esta connotación en la selección del método?

#### Interés por la situación problemática abordada

Luego que encuentre solución al problema, ¿de qué me valdrá en situaciones similares?

Piensa en cuántas situaciones de la ingeniería química que conoces son semejantes a esta,

### *Análisis cualitativo*

A partir de los resultados obtenidos responda:

1. Compare y analice los resultados obtenidos en los incisos I.a) y I.b). ¿Qué valor seleccionaría usted, entre esos dos para utilizar en el cálculo de las pérdidas de energía en el intercambiador de calor? Fundamente su respuesta.
2. Compare las magnitudes del error introducido en los cálculos en los incisos I.b), II.a), ¿Es de esperar esa diferencia? Fundamente su respuesta.
3. Compare y analice los resultados obtenidos en los incisos I.b) y III.a), ¿Qué valor seleccionaría usted entre esos dos para utilizar en el cálculo de las pérdidas de energía en el intercambiador de calor? Fundamente su respuesta.
4. Compare las magnitudes del error introducido en los cálculos en los incisos I. b) y III. a) ¿Es de esperar esa diferencia? Fundamente su respuesta.

### *Formulación de Hipótesis*

Aparte de las interrogantes planteadas qué otras conclusiones te puedes plantear  
¿Puedes formular alguna hipótesis acerca de la interpolación de valores?

### *Estrategias de resolución*

¿Qué otros métodos numéricos pudieras utilizar?, ¿es este el más conveniente?

### *Análisis de los resultados*

¿Qué nuevas experiencias has tenido al resolver este problema?

### *Maduración*

Se propone como trabajo independiente:

I. Obtenga el calor latente del agua a 122.40 °C.

- a) Empleando el EXCEL, mediante un polinomio de Lagrange de orden 2. Obtenga el error introducido en dicho cálculo.
- b) Empleando el Polymath 5.1, mediante el método de funciones racionales (RATINT).

A través de metodología propuesta el estudiante procesa e interpreta datos, formula explicaciones utilizando modelos y conceptos estudiados y desarrolla habilidades como:

- Reconocer información de manera directa a partir de tablas, gráficos, figuras y esquemas.
- Identificar tipos de variables: independientes, dependientes y controladas.
- Calcular resultados a partir de datos y/o cálculos matemáticos simples aplicando las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones.
- Interpretar datos contenidos en tablas, gráficos y esquemas.
- Interpretar el comportamiento del error en los procesos.
- Identificar posibles explicaciones de un fenómeno basadas en datos entregados.
- Reflexionar sobre el comportamiento de fenómenos y procesos propios de la profesión.



## 5. Recomendaciones y conclusiones.

La sociedad contemporánea enfrenta retos que son consecuencia de la emergencia de la globalización y la sociedad del conocimiento: el acelerado desarrollo de la ciencia y la tecnología, la agresión al medio ambiente y la aplicación de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones a las diversas esferas de la sociedad.

En este contexto el ingeniero químico debe ser capaz de resolver los problemas de su perfil profesional con soluciones que garanticen eficiencia y seguridad, que los procesos y productos satisfagan los requisitos y especificaciones establecidos sin dañar el medio ambiente.

Esto justifica la pertinencia de la presente propuesta de problematizar el proceso de enseñanza del *Análisis de Procesos*, con el propósito de preparar al ingeniero químico para enfrentar la diversidad de situaciones propias de su perfil profesional, con un empleo racional y eficiente de las herramientas informáticas.

Esta preparación se puede lograr de manera que el estudiante se convierta en un potencial investigador y sea capaz de apropiarse de forma crítica de nuevos conocimientos. Para ello es necesario que el proceso de enseñanza aprendizaje se organice de modo que el estudiante sea capaz de trabajar en grupos, utilice estrategias adecuadas y sea capaz de emitir criterios de modo reflexivo.

El proceso de enseñanza aprendizaje problematizado del *Análisis de Procesos* garantiza la formación de un profesional capaz de desarrollar proyectos en contextos propios del perfil profesional del ingeniero químico.

## 6. Referencias bibliográficas.

- Camara-Zapata, J.M. (2015). Formación en ingeniería en España. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (5), 112-123.
- Campistrous, L. & Rizo, C. (2002). *Didáctica y resolución de problemas. Curso Preevento Didáctica de las Ciencias*. La Habana: Editorial Educación Cubana.
- Cataldi, Z., Nancy Figueroa, N., Lage, F. & Denazis, J. (2000). *Experiencias para el mejoramiento del proceso de aprendizaje en la asignatura inicial de la carrera Ingeniería Informática. Aprendizaje basado en problemas y trabajo en grupos*. Recuperado de: <http://www.ici.ubiobio.cl/abp/documentos/68.pdf>.
- Freire, P. (2010). *Pedagogía de la Autonomía*. La Habana: Editorial Caminos.
- Vallim-Reis, M. M. & Zuffi, E. M. (2007). Estudo de um Caso de Implantação da Metodologia de Resolução e Problemas no Ensino Médio. *Revista Bolema*, (28), 113 – 138.
- Sánchez, R. (1993). Didáctica de la problematización en el campo científico de la educación. *Revista Perfiles Educativos*, (61), 64-78. Recuperado de: [http://www.iisue.unam.mx/perfiles/perfiles\\_articulo.php?clave=1993-61-64-78](http://www.iisue.unam.mx/perfiles/perfiles_articulo.php?clave=1993-61-64-78).





- Zuffi, E. M. & Rosa Onuchic, L.R. (2007). O Ensino-Aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas e os Processos Cognitivos Superiores. *Revista Unión*, (11), 79-97.
- Tirado, L. J., Estrada Ortiz, J. R., Solano, H. y otros (2007). Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales. *Revista Facultad de Ingeniería*, Universidad de Antioquia, (40), 123-139.

