

# EL ROL DE LOS INGENIEROS NO QUÍMICOS EN LA INDUSTRIA QUIMICA: REFLEXIONES A PARTIR DE LA COMPLEJIDAD DE LOS PROCEDIMIENTOS PRODUCTIVOS

**Emilio Cepero, Cristina S. Rodríguez, Oscar H. Pliego**

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Universidad Nacional de Rosario. Avda. Pellegrini 250. (2000 Rosario). Argentina

E. mail: pliego@fceia.unr.edu.ar

## **Resumen:**

A continuación se describe una actividad que se realiza en la última clase del curso de Química de las carreras de ingeniería civil, eléctrica, electrónica, mecánica e industrial, que tiene como finalidad que los estudiantes logren: a) comprender el significado de los términos: “procesos básicos”, “operaciones básicas” y “procedimientos productivos” resaltando la significatividad potencial de los contenidos desarrollados en la asignatura Química, b) conocer la complejidad de los procedimientos productivos de las industrias químicas destacando la pertinencia de los contenidos de los programas de todas las asignaturas de las carreras y c) tomar conciencia de su posible inserción como ingenieros no químicos en esas industrias aportando a la optimización de las operaciones básicas.

El desarrollo de la actividad se concreta con la participación de un docente de la cátedra, de profesión Ingeniero Químico, que luego de explicitar los significados de los términos antes mencionados, analiza el procedimiento productivo genérico de un dado producto. En dicho análisis enfatiza los siguientes puntos: a) descripción de las operaciones básicas necesarias (transporte de materiales sólidos, líquidos y gases; molienda; tamizado; agitación; transferencia de energía en la generación y condensación de vapores, calefacción del reactor, refrigeración por serpentina; dosificación; secado; etc.) para el logro del proceso productivo básico central, b) descripción de la infraestructura y equipos e instrumentos necesarios para la concreción de las operaciones, c) la necesidad de la inserción de las diferentes especialidades de la ingeniería en el procedimiento productivo.

Las expresiones espontáneas de los estudiantes, visiblemente impactados, permiten estimar que esta actividad logra satisfactoriamente los fines planteados.

## **Desarrollo**

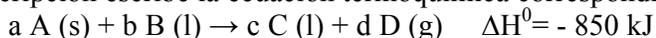
A continuación se describe la presentación realizada por el docente en el aula de Química.

1.- Definiciones. El “proceso básico” es el corazón de la reacción química, concretamente la transformación de los reactivos en el o los productos que se desean fabricar. Las “operaciones básicas”, en cambio, no involucran transformaciones químicas, (por ejemplo: el transporte de materiales, el calentamiento o enfriamiento de los mismos, la molienda de los sólidos, etc.) Los “procedimientos productivos” son la sumatoria de los procesos básicos y de las operaciones básicas. Es imposible llevar a cabo los procesos básicos sin las operaciones básicas apropiadas.

## 2.- Importancia de las operaciones básicas en un procedimiento productivo genérico

2-1.- Descripción, interés y factibilidad del proceso:

Un químico del departamento de Investigación y Desarrollo presenta a la dirección de su empresa, de la industria química, un nuevo producto, y dice haber comprobado en el laboratorio que, si se mezcla la sustancia A (sólido) con la sustancia B (líquido), en determinadas proporciones, éstas reaccionarán y se transformarán, con un rendimiento aceptable a 80°C, en las sustancias C (líquido) y D (gas) y, a manera de descripción escribe la ecuación termoquímica correspondiente.



¿Cuál es el interés del proceso?: el producto C es de mucho valor de reventa, muy solicitado en el mercado, y los reactivos A y B son de bajo costo, y posibles de conseguir.

2-2.- Factibilidad a escala industrial del procedimiento productivo:

¿Cómo llevar a cabo este procedimiento productivo a escala industrial?: es una respuesta muy compleja de dar. La producción en el laboratorio a microescala ha resultado simple y óptima aunque muy diferente de la escala industrial en cuanto a su complejidad. Ahora deberá ocuparse un ingeniero químico al que se le solicita la preparación de un anteproyecto que resuelva las siguientes cuestiones relacionadas con:

2.2-1.- *Tipo de proceso a emplear y el reactor propiamente dicho.* Si opta por el proceso por lotes, necesitará de un reactor, con paredes y demás elementos metálicos de acero inoxidable recubierto de una película de sílice (vidrio fritado), con los siguientes componentes: a) agitador resistente a la potencia aplicada, b) bocas de acceso y de salida (sólidos y/o líquidos y gases), c) “camisa” exterior con circulación de vapor, d) bomba para reingreso del condensado a la caldera, f) serpentina de refrigeración. Estos componentes participarán en las siguientes operaciones básicas: de agitación, de transporte de materia (al ingreso de A y B y al egreso de C y D, transferencia del condensado a la caldera), de transferencia de energía (generación y condensación de vapor, calefacción del reactor, refrigeración por la serpentina).

2.2-2.- *Las características de los reactivos y su velocidad de ingreso al reactor.*

Las materias primas son, por ejemplo: a) un material que contiene al reactivo A en un 95% de pureza “MA”, que se recibe a granel (tolva), con una granulometría inapropiada, b) solución acuosa de B, “B(ac)”.

“MA” se deberá: transportar con una cinta transportadora hasta el molino (operación de transporte de materiales sólidos), moler (operación básica de molienda), tamizar en zaranda (operación básica de tamizado) y transportar neumáticamente al interior del reactor.

“B(ac)” se recibirá y almacenará en un tanque y desde allí se transportará hacia el reactor mediante una bomba (operación básica de transporte de fluidos). La llegada de los reactivos al reactor puede ser masiva o dosificada.

Si la cinética de la reacción es lenta podrá mezclarse la totalidad de las cantidades estequiométricas calculadas de A y de B. Si la reacción de A y B es violenta, la mezcla de las masas totales puede tornarse peligrosa debiéndose introducir previamente “B(ac)” desde un tanque superior de nivel constante con medición de caudales (operación básica de dosificación de fluidos) y sobre él se agregará, de manera dosificada, el polvo “MA” (operación básica de dosificación de sólidos).

2.2-3.- *Las características de los productos. Eliminación del gas (D) y recupero del producto C.*

Como el producto D es un gas, inevitablemente producirá el arrastre de los líquidos presentes, y de sus vapores, hacia la parte superior del reactor; por ello, esta mezcla deberá hacerse pasar por un condensador a reflujo para recuperar B y C, posiblemente arrastrados (operaciones básicas de transferencia de materia y energía) y reingresarlos por reflujo al reactor (operación de transferencia de materia) para no perderlos ni descargarlos a la atmósfera. También se deberá determinar el destino final del gas D. ¿Se podrá ventear a la atmósfera?, ¿es nocivo, es tóxico, es corrosivo?, ¿qué características generales tiene? Probablemente D sea combustible; entonces, será quemado en una antorcha, especialmente si es inofensivo y si el producto de su combustión también lo es. Si no es inofensivo habrá que montar una instalación de tratamiento para evitar ventearlo.

Como el mercado requiere el producto C envasado como polvo y no como líquido, se deberá considerar su cristalización (operación básica de cristalización). Posteriormente, se deberán separar los cristales del líquido (aguas de cristalización con todas las impurezas) por centrifugación (operación básica de centrifugación), y secados con aire caliente (operación básica de secado). La eliminación del líquido de descarte de la centrifugación significará una operación básica de transporte de fluidos y su destino merecerá un estudio particular.

La cristalización de C también puede tener como objetivo la separación de impurezas: a) las aportadas por “MA”, b) los restos de los reactivos A y B. Respecto a este segundo problema podría

solucionarse prolongando el tiempo de reacción, que no siempre es factible ya que podría no ser económicamente aceptable. En definitiva, el tiempo de reacción quedará determinado por la facilidad relativa de la separación de las impurezas; si resultara sencillo, la reacción se llevará a cabo en menos tiempo, pero se deberán practicar otras operaciones básicas: la recuperación de A y de B, y el tratamiento del líquido de descarte en una planta de efluente líquido.

Un vez purificado y seco, el tamaño de los cristales de C obtenido, determinará otras posibles operaciones de molienda y recién después empacarlo para su entrega. La operación de empacado requiere de máquinas automáticas, mecánicamente complejas.

### 3.- Proyecto: estudio de la posible inversión.

Se deberán considerar para este estudio: costos de instalaciones y equipos (calderas, equipos frigoríficos, montajes, reactores, transporte, cañerías, bombas, balanzas automáticas, planta de tratamiento de efluentes, recintos donde implantar los equipos, automatismos, instalación eléctrica, etc.).

#### 3-1.- Aporte de las distintas especialidades ingenieriles

Este es el momento de tener en cuenta todo el trabajo que los ingenieros de diversas especialidades deberán efectuar:

a) mecánicos: diseño de equipos de transporte (sólidos, líquidos, gas), tanques, tolvas de almacenamiento, molinos, zarandas, etc., definición del reactor (el eje, las paletas, la potencia de los motores, el anclaje, el cierre),

b) civiles: definición del anclaje de los reactores a las fundaciones, las fundaciones de las máquinas y equipos, de la nave que los contenga, de las losas de entresijos y todas las obras civiles necesarias para el funcionamiento,

c) electrónicos: control automático con un programa específico,

d) eléctricos: definición de las tomas de potencia, el cableado de los motores, la protección de los mismos, los tableros de arranque y parada, los transformadores necesarios, etc.,

e) industriales: evaluación de los rendimientos, el manejo de materiales, la eficiencia del sistema, los rendimientos del proceso con diversos criterios, seguimiento del movimiento de materiales y el balance energía-materia, evaluación del costo/beneficio de todo el procedimiento productivo.

### 4.- Recupero de la inversión.

Considerando la cantidad del producto C que se podrá producir por año y la “merma” estimada en función de la amortización de los equipos (dependerá de lo corrosivo que sean los reactivos y productos y de los materiales seleccionados), la parte financiera de la empresa definirá cuando se podrá recuperar la inversión.

### **Comentarios finales**

Luego de la exposición del profesor especialista, durante las dos horas de clase, hubo intercambio de opiniones y consultas estimándose, a través de las expresiones espontáneas de los estudiantes visiblemente impactados, que esta actividad logró satisfactoriamente los fines planteados.

### **Referencias bibliográficas**

- Treybal R.E. (1988) Operaciones de transferencia de masa. Mc Graw Hill. 2º Edición. México
- McCabe W.L., Smith J.C., Harriott P. (1991). Operaciones unitarias en Ingeniería Química. Mc Graw Hill 4º Edición. México.
- Cepero E., Monteserín G.M., Pliego O.H., Rizzotto M.G. Operaciones y procesos básicos de la industria Química. Material de estudio de la cátedra de Química de la Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura. U.N.R. Rosario. Argentina