

# I JORNADA DE CIENCIAS BÁSICAS

*Jornada de Articulación: Las ciencias básicas, el nexo entre la escuela secundaria y la universidad*

## INTEGRACIÓN DE CONCEPTOS EN QUÍMICA: CÁLCULOS BÁSICOS EN PROBLEMAS DE INGENIERÍA Y ANÁLISIS DE PROCESOS

MAZZIERI, V.\*, FUENTES MORA, M., SCHIAPPA PIETRA, M. y AVALIS, C.

Cátedra de Química General. Facultad Regional Santa Fe, UTN.  
Lavaisse 610, Santa Fe, Capital.

\*vamazzieri@hotmail.com

### RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de una actividad académica con el objetivo de integrar conocimientos en la asignatura Química General que se imparte en el ciclo de Materias Básicas de las carreras de Ingeniería de la Facultad Regional Santa Fe (FRSF) de la Universidad Tecnológica Nacional. Como eje conductor se ha seleccionado el tema “Estequiometría”, base para cuantificar las proporciones entre reactivos y productos en un proceso de reacción química. En la experiencia se han analizado los resultados de un problema integrador realizado vía Campus de la FRSF por 56 grupos de tres o cuatro estudiantes cada uno, de las Ingenierías Civil, Eléctrica y Mecánica. El problema involucra temas más avanzados de la materia como “Termoquímica” y está relacionado con el análisis de un diagrama de flujo de un proceso industrial. Una de las principales conclusiones suscita en el hecho de que es necesario brindar a los estudiantes una visión más integral e ingenieril del alcance de los contenidos de la asignatura, para que logren extrapolar resultados y vinculen el análisis de procesos a sistemas reales de producción. De esta forma, se sientan bases para lograr una integración vertical con asignaturas específicas de las carreras.

### MARCO TEÓRICO

En línea con las Competencias Genéricas del Ingeniero Argentino propuestas por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2018), con vistas a la formación de un profesional graduado que sepa “ser y hacer”, el desafío corresponde al desarrollo de actividades académicas en las que se pueda hacer un uso óptimo de materiales, conocimientos, y fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad; en el contexto de condiciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales, históricas y culturales.

La enseñanza contribuye a formar un tipo de hombre y un tipo de sociedad (Camilloni et al., 2007). La Universidad Tecnológica Nacional (UTN) tiene la misión

de crear, preservar y transmitir la técnica y cultura universal en el campo de la tecnología. Esta enseñanza, basada en competencias, se centra en el aprendizaje del alumno y se orienta al desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes que deben ser demostradas de forma tangible, y están basadas en estándares de desempeño. En la estructura curricular de las carreras de Ingeniería que se imparten en la UTN, las ciencias básicas abarcan las competencias y los descriptores de conocimiento básicos necesarios, en función de los avances científicos y tecnológicos, a fin de asegurar una formación conceptual para el sustento de las disciplinas específicas (CONFEDI, 2018).

En este trabajo, se propone realizar una articulación didáctica en Química General, asignatura del ciclo básico, teniendo en cuenta las competencias establecidas para los ingenieros egresados de la Facultad Regional Santa Fe (UTN). Si bien la asignatura está programada en forma ascendente del conocimiento y permite ir integrando paulatinamente cada uno de los temas impartidos; es de nuestro interés abordar el tema “Estequiometría” ya que implica horizontalidad y verticalidad con otras asignaturas de las carreras de Ingeniería. Este tema está referido al cálculo de las relaciones cuantitativas entre los reactivos y productos en el transcurso de una reacción química; y sienta bases para realizar balances de masa y energía en problemas de ingeniería de procesos.

La programación clásica de una clase sobre Estequiometría debe partir del conocimiento previo de la nomenclatura de compuestos, conceptos de átomos, moléculas, iones, cálculo de concentraciones, unidades de medida (volumen, masa, cantidad de sustancia), otros conceptos relacionados con la calidad de reactivos y productos (pureza, rendimiento, conversión) y con nociones de cálculo numérico que involucre el uso de factores. Es decir, requiere de una interpretación holística del problema y de la habilidad para establecer un algoritmo de cálculo. Estas actividades en sí mismas, involucran competencias básicas que el alumno debe poner en práctica para llegar a una solución factible, que están incluidas en los objetivos de este trabajo:

# I JORNADA DE CIENCIAS BÁSICAS

*Jornada de Articulación: Las ciencias básicas, el nexa entre la escuela secundaria y la universidad*

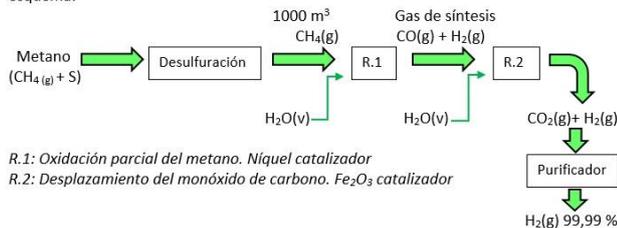
- Profundizar conocimientos vinculados a la asignatura.
- Integrar secuencial y ascensionalmente los conocimientos.
- Aprender a trabajar en equipo.
- Aplicar cálculos numéricos.
- Hacer uso de TICs.

A continuación, se muestran los resultados de una actividad no presencial, grupal, vía Campus de la FRSF, donde los estudiantes debían resolver un problema que requiere integrar conocimientos de la asignatura.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La actividad se realizó con alumnos de las Ingenierías Civil, Mecánica y Eléctrica; se evaluaron 56 grupos de 3 o 4 alumnos para un total de 181 estudiantes. La problemática a resolver es la siguiente:

El 48 % de la producción mundial de hidrógeno se basa en el reformado del metano (SMR: Steam Methane Reforming), en un proceso que se muestra en el siguiente esquema:



- Formular y balancear estequiométricamente las reacciones químicas del proceso de reformado.
- Partiendo de una extracción de 3 Tn de gas metano, y teniendo vapor de agua en exceso, determinar las masas de los productos de la segunda reacción.
- Si el proceso de desulfuración no fue correcto dejando un metano al 85% de pureza, ¿cuál será la masa de hidrógeno obtenida al final del mismo?
- Se propone calcular, para minimizar el impacto del medioambiente a través de su posterior eliminación, el volumen obtenido de dióxido de carbono, en CNPT.
- ¿Qué cantidad de calor se generaría considerando la combustión del metano impuro del inciso (c)? Datos:  $\Delta H_f^\circ \text{CO}_2(\text{g}) = -94,1 \text{ Kcal/mol}$ ,  $\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(\text{v}) = -65,4 \text{ Kcal/mol}$ ,  $\Delta H_f^\circ \text{CH}_4(\text{g}) = -59,8 \text{ Kcal/mol}$

La Figura 1 presenta el porcentaje de respuestas correctas para las preguntas enunciadas en el problema.

La pregunta (a) fue resuelta con un alto porcentaje de aprobación. Esto significa que los alumnos han incorporado correctamente los primeros temas dictados en la asignatura relacionados con Formulación, Nomenclatura y Balance estequiométrico, que son las bases en las que se sustenta la materia.

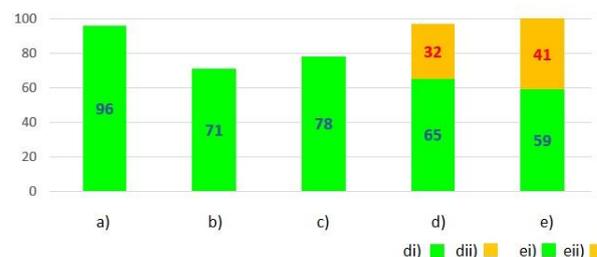
En las preguntas (b) y (c) se requiere la solución numérica de un problema de estequiometría. Entre las principales dificultades se pueden mencionar el insuficiente dominio del concepto de masa molar, la interpretación de los coeficientes estequiométricos de los reactivos y productos en la ecuación química; y asociado

a ello, el análisis de unidades correspondiente para relacionar la estequiometría con las dimensiones reales del problema propuesto.

Con respecto a la pregunta (d), aunque la mayoría de los grupos logró respuestas correctas, hubo algunas que involucran una mala interpretación del enunciado, así como el desconocimiento de los valores de las variables en condiciones normales de presión y temperatura (CNPT). Como la respuesta depende de un cálculo progresivo de dos etapas del proceso, esta podía ser resuelta de dos formas: (d1) calculando paso a paso lo que sucede en cada reactor (R.1. y R. 2.) hasta llegar al producto de interés (dióxido de carbono), o (d2) resolver a partir de la ecuación global obtenida por la suma de ambos procesos. El porcentaje de soluciones que asumen la primera forma es superior a la segunda.

Por último, para resolver la pregunta (e), los alumnos necesitaban considerar la estequiometría de un proceso (combustión completa del metano) alternativo a los representados en el esquema (e1). En algunos casos (e2), se evidenció la falta de interpretación del concepto de combustión y del término de pureza, haciendo caso omiso al inciso (c), y no se logró que los estudiantes tuvieran la visión ingenieril de escalar el problema unimolar a las cantidades reales de gas mencionadas en el problema.

## Porcentajes de Resuestas Correctas



**Figura 1.** Porcentaje de respuestas correctas (incluyendo las variantes en los incisos d y e)

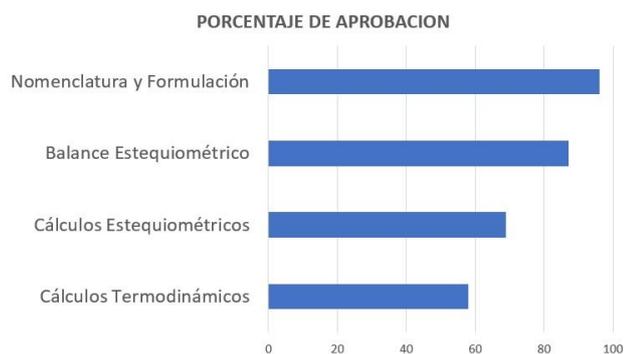
En la Figura 2, se representan los porcentajes de alumnos aprobados por conocimientos evaluados.

Del análisis se concluye que los estudiantes han aprendido e incorporado los temas básicos relacionados con la formulación y nomenclatura de compuestos y la estequiometría de una reacción química. Resulta aún insuficiente la integración con otros temas más avanzados de la materia, y más aún, la interpretación de sistemas que involucran diversas etapas de un proceso. Es por ello que los autores creemos necesario incorporar al diseño curricular de la materia este tipo de actividades

# I JORNADA DE CIENCIAS BÁSICAS

*Jornada de Articulación: Las ciencias básicas, el nexo entre la escuela secundaria y la universidad*

que brindan al estudiante una visión más ingenieril de los procesos, que permite integral verticalmente los contenidos con asignaturas específicas de las diferentes carreras y hacer uso de herramientas tecnológicas como el Campus de la FRSF.



**Figura 2.** Conocimientos evaluados vs porcentaje de aprobados.

## REFERENCIAS

- Goldsby, K. y Chang, R. (2016). Química. Editorial Mc Graw-Hill.
- Brown, T., LeMay, H., Murphy, C., Bursten, B. y Woodward, P. (2015). Química, la ciencia central. Editorial Pearson.
- Kolthoff, I.M., Sandell, E.B., Mehner E.J. y Bruckenstein, S. (1988). Análisis Químico Cuantitativo. Buenos Aires: Editorial Nigar.
- Whitten, K., Davis, R., Peck, M. (2015). Química General. Ed. Cengage Learning.
- G. Garzón. (2010). Fundamentos de Química General. Editorial Mc Graw-Hill.