

IMPACTO SOCIAL DEL INGENIERO QUÍMICO

J. Clemente Reza G.¹, Víctor M. Feregrino H.² y Ma. Elena Navarro C.³

Abstract — Durante la última década, los planes de estudio de las carreras de ciencias e ingeniería han privilegiado el desarrollo de habilidades y la adopción de actitudes de valor por encima de la asimilación de los conocimientos. Uno de estos aspectos enfatizados es el relativo con el desarrollo de la habilidad para tomar decisiones en un contexto determinado, con el propósito de que esta capacidad pueda transferirse a la vida diaria profesional y formar así mejores ciudadanos. En este contexto, ha constituido un reto para profesores y estudiantes el diseño y selección de problemas y casos de estudio para la toma de decisiones en situaciones propias de la profesión en estudio. Los cursos de ciencias básicas en las carreras de ingeniería ofrecen excelentes oportunidades para desarrollar las habilidades de resolución de problemas y la toma de decisiones a través del análisis de los datos, condiciones y resultados de ejemplos y ejercicios relacionados con aspectos industriales, ambientales, sociales y económicos en los procesos químicos. Se describen los criterios empleados para la selección y diseño de problemas de química general relacionados con la toma de decisiones, utilizados en la formación integral de estudiantes de ingeniería química en la ESIQIE – IPN.

Index Terms —Ingeniería química, química general, resolución de problemas, toma de decisiones.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería química se puede definir como la profesión técnica relacionada con la aplicación de las ciencias naturales para la producción de sustancias químicas a escala comercial y con los procesos industriales que convierten a las materias primas y la energía en productos con mayor valor económico, mediante cambios químicos, físicos y térmicos.

Con el objetivo de lograr el óptimo aprovechamiento de los recursos naturales, en beneficio de la sociedad y el desarrollo sustentable de la misma, la ingeniería química requiere la formación de profesionales con cultura científico-tecnológica y conciencia social que consideren la comprensión e integración de los conocimientos de la especialidad, el desarrollo de las habilidades intelectuales necesarias para aplicar dichos conocimientos, así como la adopción de actitudes para su interacción social y profesional.

En el contexto mundial actual de acelerado avance científico-tecnológico, libre mercado y economías globalizadas, los planes de estudio de las carreras de ciencias e ingeniería han privilegiado el desarrollo de las habilidades y la adopción de actitudes por encima de la asimilación de conocimientos, para formar profesionales calificados y dispuestos a asumir una amplia variedad de actividades interdisciplinarias involucradas en la elaboración de cualquier producto que haga mejor o más fácil nuestra vida cotidiana.

Se considera que las habilidades más necesarias para el quehacer diario del ingeniero en cualquier especialidad son aquellas que le permiten resolver problemas y tomar decisiones de manera eficiente, entendiendo por problema una situación novedosa que es necesario afrontar con base en el experiencia, para la cual no se tiene una solución o respuesta inmediata, en tanto que la toma de decisión puede definirse como el proceso sistémico cuyo objetivo es la validación de una respuesta o la definición de un curso de acción para alcanzar un propósito determinado.

En décadas pasadas, los ingenieros fundamentaban sus decisiones en consideraciones de carácter técnico y económico, conforme su experiencia profesional y los criterios establecidos por la economía y la administración industrial. Hoy en día, con base en la ética profesional y responsabilidad con la sociedad, las decisiones efectivas deben estar fundamentadas en aspectos sociales, económicos, políticos, ambientales y tecnológicos, procurando el mejor conjunto de ellos conforme la experiencia propia de cada profesional.

DESARROLLO

En los modelos educativos promovidos por organismos internacionales como la UNESCO, se enfatiza la necesidad de la formación integral de los futuros profesionales a través de los aprendizajes de conocer, hacer, convivir y ser. Así, en el aprender a hacer se plantea aplicar con eficiencia y eficacia los conocimientos para resolver problemas y tomar decisiones en el ámbito laboral, en tanto que en el aprender a ser se busca resolver los problemas propios, tomar decisiones y responsabilizarse de la vida propia en los ámbitos personal, familiar y social. [1]

Con el propósito de promover el desarrollo de la habilidad para tomar decisiones en un contexto determinado, a efecto de que esta capacidad pueda transferirse a la vida

¹ J. Clemente Reza G., ESIQIE-IPN, edificio 7 UPALM, Zacatenco, México, D. F., c.p. 07738, México, lauroze@hotmail.com

² Víctor M. Feregrino H., ESIQIE-IPN, edificio 7 UPALM, Zacatenco, México, D. F., c.p. 07738, México, vifehe@yahoo.com.mx

³ Ma. Elena Navarro C., ESIQIE-IPN, edificio 7 UPALM, Zacatenco, México, D. F., c.p. 07738, México, elnacle@yahoo.com.mx

diaria y profesional, los cursos de ciencias básicas de las carreras de ingeniería ofrecen la oportunidad de practicarla a través del análisis y validación de los datos, condiciones y respuestas de problemas relacionados con aspectos sociales, industriales, ambientales y económicos.

Algunas de las técnicas recomendadas por las teorías administrativas para la toma de decisiones son realizadas por individuos y otras por equipos de trabajo; unas de ellas son idóneas para seleccionar ideas, instrumentar acciones o validar resultados.

En el caso de tener dos o más opciones en igualdad de características de los resultados, se recomienda seleccionar aquella opción menos problemática o riesgosa, sin ignorar las consecuencias a largo plazo; para este caso se recomienda la elaboración de una tabla que contenga los criterios mínimos que deben ser satisfechos por la mejor opción. De manera similar, la elaboración de una matriz de ventajas y desventajas constituye una herramienta útil para identificar las soluciones u opciones más promisorias [2].

Los cursos de Química General para la carrera de ingeniería química permiten ejercitar la toma de decisiones en la resolución de problemas y estudio de casos relacionados con la selección de materias primas y procesos industriales, así como cálculos estequiométricos relacionados con aplicaciones en contextos definidos, haciendo énfasis en las diferentes características de los problemas académicos y de la vida real en el ejercicio de la profesión [3]:

CARACTERÍSTICA	ACADÉMICO	VIDA REAL
ENFOQUE	UNIDISCIPLINARIO	MULTIDISCIPLINARIO
DEFINICIÓN	COMPLETA	ESCASA
RESOLUCIÓN	ALGORITMO	HEURÍSTICA
FUNDAMENTO	CONOCIMIENTOS	EXPERIENCIA

CARACTERÍSTICAS DE PROBLEMAS

CARACTERÍSTICA	ACADÉMICO	VIDA REAL
RESPUESTA	ÚNICA	MÚLTIPLES
EVALUACIÓN	INMEDIATA	POSTERIOR
CRITERIOS	CORRECTA/ INCORRECTA	BENEFICIOS/RIESGOS VALORES/PREJUICIOS

CARACTERÍSTICAS DE LAS DECISIONES

En el caso particular de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional (ESIQIE-IPN) de México, que es la institución pública mexicana que atiende la mayor matrícula de ingeniería química en el nivel de licenciatura, los

contenidos programáticos de Química General consideran los temas de Estequiometría, Reacciones en Solución y Equilibrio Químico, entre otros, los cuales ofrecen la oportunidad de diseñar y/o seleccionar problemas que involucren una toma de decisión basada en los cálculos realizados, la respuesta obtenida y el conjunto de criterios establecidos (económico, ambiental, social, etc).

Problema 1. Los líquidos blanqueadores de uso doméstico se preparan a partir de la disolución de hipocloritos, en los cuales el elemento activo es el cloro liberado. Si dispones de hipoclorito de sodio cuyo costo es \$18/kg y de hipoclorito de calcio cuyo costo es \$22/kg, determina cuál sustancia es la recomendable desde el punto de vista económico para preparar líquidos blanqueadores cuya concentración sea 6% de cloro libre.

Análisis.- Este tipo de problemas involucra una decisión de carácter económico, con base en la determinación del costo unitario óptimo determinado por la cantidad de reactivo necesario y el monto de la inversión económica que debería realizarse. La carencia de una base de cálculo determinada, permite utilizar las alternativas de una cantidad de producto a elaborar o un monto económico común para realizar la comparación y toma de decisión.

Problema 2. La dosis letal de HCN es 300mg/kg de aire inhalado. El acrilán tiene la fórmula empírica CH_2CHCN , donde el HCN representa el 50.9% en masa. Una oficina tiene una alfombra de acrilán que mide 12 por 15 pies, la cual contiene 30 oz. de acrilán/yarda². Considerando que un incendio provocara que se consumiese el 50% de la alfombra y que el rendimiento del HCN fuese del 20%, ¿se generará la dosis letal de HCN en dicha oficina?

Análisis.- Con base en los resultados numéricos derivados de los cálculos estequiométricos y el planteamiento de la pregunta **¿qué pasaría si...?**, se puede realizar una discusión en el grupo respecto al concepto de dosis letal y la conveniencia de utilizar este tipo de materiales en el hogar, empleo de retardadores de fuego, extintores de incendio, etc.

Problema 3. La concentración de las bebidas alcohólicas se expresa en °G.L. que representa el % volumen de etanol en cada bebida. Una lata de cerveza contiene 355mL de bebida y reporta 6.0°G.L., en tanto que una “cuba libre” se prepara con una medida de 30mL de ron de 40.0°G.L. Determina en cuál bebida es menor la ingesta de alcohol.

Análisis.- La determinación de la cantidad real de etanol que se ingiere en cada medida de una bebida alcohólica, permitirá aclarar la falsedad del concepto de “bebida de moderación” que la mercadotecnia asigna a la cerveza, así como establecer el conjunto de características fisicoquímicas y biotecnológicas que servirían de base para establecer la dosis recomendada de una bebida alcohólica en particular.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Problema 4. Se sabe que las infusiones de café o té contienen 0.05mg/mL de cafeína, en tanto que las bebidas de chocolate y la coca-cola contienen 0.6mg y 5.0mg/oz fluida, respectivamente; el contenido de cafeína en el café “descafeinado” es equivalente al chocolate. Las dosis diarias superiores a 1.0g de cafeína pueden causar síntomas alarmantes en el ser humano. Determina las combinaciones posibles de tazas de café, vasos de chocolate y/o latas de coca-cola que pueden ingerirse diariamente sin rebasar la dosis permitida.

Análisis.- La búsqueda de la información necesaria, y los cálculos realizados, permitirá identificar diferentes opciones de respuesta para un mismo problema, cuya discusión en el grupo podría llevar a una recomendación consensuada o al enriquecimiento del problema por la inclusión de restricciones adicionales para la respuesta óptima.

Problema 5. Los solventes arrojados en operaciones industriales son contaminantes importantes si no se disponen en forma apropiada. El reporte del gas de desperdicio de una planta de fibras sintéticas indica 40%mol de CS₂, 10% de SO₂ y 50% de H₂O, sugiriéndose quemarlo con exceso de aire y cuyos gases de combustión serán arrojados por una chimenea. Si el reglamento local establece que ningún gas de combustión puede rebasar el 2%mol de SO₂ en base seca, calcula el % mínimo de aire en exceso. ¿Con esta medida se evitará la contaminación por lluvia ácida?

Análisis.- De manera independiente al resultado numérico que se obtenga en el proceso de resolución de este problema, la discusión en el grupo debería enfocarse en torno a problemática de la lluvia ácida por razón del SO₂ que se libera en algunos procesos industriales y la efectividad de este tipo de acciones de diluir los contaminantes, planteadas en algunos textos de ingeniería.

La efectividad de la respuesta a un problema de ingeniería y de la decisión correspondiente, dependerá de la calidad de la información suficiente, oportuna y relevante que se tenga, así como del conjunto de criterios o restricciones que se establezcan. Los criterios actuales de toma de decisiones en el ámbito de la ingeniería exigen considerar el contexto social, entendido como las implicaciones e impacto a los individuos y al medio ambiente.

La herencia cultural influye en el proceso de toma de decisión. Las civilizaciones occidentales son sistemas competitivos en los cuales se argumentan puntos de vista antagónicos en la vida diaria; en contraste, las sociedades orientales tiene larga tradición cultural de trabajo en equipo y colaboración.

Constituye un reto a resolver por los profesores de los cursos de ciencias básicas y ciencias de la ingeniería el diseño, selección y recopilación de problemas y casos de estudio que involucren la toma de decisión por parte de los estudiantes, en situaciones propias de la vida diaria y la profesión en estudio.

La mayoría de los problemas relacionados con los aspectos sociales y tecnológicos no tienen respuesta única, por lo cual es necesario evaluar las diversas soluciones y sus consecuencias para tomar la mejor decisión de acuerdo a los criterios y condiciones establecidos. Cada una de las etapas del proceso de resolución creativa de problemas involucra una toma de decisión en torno al objetivo de cada una de ellas.

REFERENCIAS

- [1] Rugarcía, Armando, et al, "El Futuro de la Educación e Ingeniería", editorial Universidad Iberoamericana Golfo-Centro, 2001, México.
- [2] Lumsdaine, Edward and Monica Lumsdaine "Creative Problem Solving", McGraw Hill Inc., 1995, USA.
- [3] American Chemical Society, "Chemistry in the Community", Kendall/Hunt Publishing Co., 1993, USA.