



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL



MUESTRA ESTUDIANTIL PARA EL EMPREDIMIENTO “UNA VISTA DE LA REALIDAD DESDE LA INGENIERÍA QUÍMICA”

Alexander López Castro

**Fundación Universidad de América
Bogotá, Colombia**

Resumen

El proyecto en cuestión propone visualizar los diferentes problemas ambientales desde la perspectiva de la ingeniería para estudiantes de pregrado. El programa es dirigido por el profesor encargado de la cátedra “Química Industrial Inorgánica”. Durante el transcurso del proyecto se aplican los temas vistos en clase, permitiendo que los estudiantes identifiquen problemas ambientales o de la industria en general y establezcan un proyecto o mejoren uno para ofrecer una posible solución desde el marco investigativo o experimental.

Los estudiantes llegan a tercer semestre con una serie de conocimientos a nivel de ciencias básicas que aún no aterrizan, que no saben cómo terminarán siendo aplicadas en la industria o en el proceder de sus carreras y que no encuentran cómo materializarlas en propuestas de solución.

Entonces, se ha dispuesto una metodología de aprendizaje que consta de consulta del problema y de las posibles soluciones (en bases de datos, videos investigativos, revistas indexadas), organización de la información en diagramas de flujo y procedimiento, propuestas de diagramas constructivos para el diseño de una planta industrial en VISIO de la solución escogida, discusión de procesos y operaciones unitarias que la conforman y presentación de proyecto de emprendimiento, con técnicas de marketing, para ofrecer a la comunidad académica local sus propuestas para la conformación de una mejor industria. Esta disciplina ha sido una característica fundamental del programa de Ingeniería Química de la Fundación Universidad de América durante los últimos 19 años, en los cuales se han celebrado 38 eventos de Muestra Estudiantil para el Emprendimiento donde convergen la experiencia, conocimiento y habilidades de los estudiantes en la resolución de problemas.

Palabras clave: química; diagramas de flujo; problemas ambientales, soluciones, propuestas

Abstract

This project propose to visualize the different environmental problems from the perspective about enginerring to bachelor students. The program is gave for the titled professor in charge of the "Inorganic Industrial Chemistry" class. All semester long, the students are applying the topics seen in class, letting that the students identify environmental problems, or the overall industry and besides, their establish a project or best one to offer a possible solution from research framework guides or experimental.

The students arrive to third semester with enough knowledege about basics science purposeless, they don't know how these basics sciences will be applied in the industry or while their carrer advanced and even they don't know how materialize them in a real proposal's solution.

Then, active learning methodology has een continued and improved consisiting in a consult about the problem and their possible solutions (in data bases, research videos, scientific journals), organization of the information in flow and procedure diagrams, constructive flowcharts for the design about industrial plant in VISIO that represnt the solution adopted, discussion about the unitary process and operations wich comprised and the entrepreneurship project presentation with marketing technics, to offer at local academy community their proposal to get a best industry.

Keywords: *chemistry, flowchart, environemtal problems, solutions, proposal.*

1. Introducción

Hay muchas formas de iniciar una clase, una cátedra o una disciplina. Particularmente, en el desarrollo de esta cátedra se pueden citar a grandes personajes de la historia de la ciencia, se pueden citar múltiples definiciones de lo que es la ingeniería química, se pueden citar historias condensadas de lo que se conoce como las revoluciones de la ingeniería y sus paradigmas; pero se prefiere arrancar con un "Bienvenidos, al Realismo Mágico de la Ingeniería". Ésta disciplina y su desarrollo no es más que el deseo de varios ingenieros y químicos (que ofician como docentes) de inspirar a los estudiantes de tercer semestre bajo la consigna "viva su carrera desde ahora, siéntase ingeniero químico en la extensión de su definición; pero sin serlo". Pues los estudiantes comienzan a adquirir una visión de lo que es el ejercicio de la ingeniería química, su finalidad (si es que tiene un fin) y cómo ésta se perfila para ser su nuevo estilo de vida; sin haber pasado por el estudio a fondo y consciente de otras disciplinas como la termodinámica, el equilibrio de fases, la mecánica de fluidos, los fenómenos de transporte, la cinética química, los diseños de procesos y plantas y la ingeniería financiera, entre otras. Entonces, a partir de esta consigna, desde el primer día, se les insta a reconocer en su entorno una variedad de dificultades que presenta la sociedad y cómo ellos desde su perspectiva, conocimientos previos, imaginación y experiencia podrían abarcar la problemática y desarrollar una solución desde el punto de vista investigativo y/o práctico experimental.

El "American Institute of Chemical Engineers" (AIChE) define: "Ingeniería Química es la profesión en la cual el conocimiento de la matemática, química y otras ciencias básicas son adquiridas por

el estudio, la experiencia y la práctica, es aplicado con juicio para desarrollar maneras económicas de usar materiales y energía para el beneficio de la humanidad".

Esta definición, con seguridad incompleta y ambigua, pero no por más directa y concreta abre una gran gama de posibilidades en las que con los conocimientos previos adquiridos durante el estudio de las Ciencias Básicas (Cálculo, Química, Física) se puede direccionar hacia los Fundamentos de Ingeniería y ser aplicados a problemas tangibles que afectan la sociedad, el medio ambiente y la industria generando diferentes propuestas de solución, no solo basadas en el estudio de la química inorgánica, sino de las diferentes disciplinas que comprende la ingeniería química.

2. Metodología

La columna vertebral del curso, como de la ingeniería química, es el estudio de las operaciones y procesos unitarios. Dentro de este universo finito de operaciones y procesos se plantea un sin número de procesos y configuraciones para lograr diferentes finalidades en lo que compete a la transformación de la materia prima. Luego, se inicia con el planteamiento de algoritmos que permitan cumplir una tarea específica. Para desarrollo de diagramas de flujo de procedimientos acerca de tareas comunes (cocinar algo en particular, la obtención de algún producto de interés, descripción técnica de un proceso industrial). Este primer paso permite a los estudiantes estructurar una lógica de consecución de eventos (etapas) donde extrae las operaciones y procesos fundamentales, reconoce la materia prima, las cantidades y en qué puede llevarse a cabo la transformación de la misma.

La práctica de este ejercicio conlleva a desglosar y facilitar el estudio de cualquier proceso industrial de Ingeniería; mientras se introduce una directriz de niveles de importancia donde se resalta que *"cualquier proceso industrial visto desde una perspectiva técnica de ingeniería química tiene como fundamento el estudio de la termodinámica, la cinética y la catálisis del proceso"*. A partir de esto, se comienzan a manejar diferentes tipos de diagramas de flujo, unificando un mismo lenguaje para el desarrollo del curso y de las disciplinas venideras. Entre estos están los diagramas esquemáticos (para plantear un proceso industrial sencillo identificando cualitativamente materia prima, gastos y consumos de energía, operaciones unitarias, procesos unitarios y productos); se trabajan los diagramas de bloques, como una consecución de los anteriores, para aparte de las características del diagrama esquemático introducir cantidades y nociones del balance de materia y energía. Los diagramas de flujo de proceso y los diagramas P&ID (instrumentación y tubería) se condensan en diagramas constructivos donde se insta al estudiante, que a pesar de las limitantes que tiene en cuestiones de diseño de plantas y procesos, a que no tenga miedo de afrontar el diseño de un diagrama de flujo tan completo como este sino que por el contrario busque la forma de aprehensión de conceptos y detalles en la creación de los mismos.

Este aspecto lo hemos denominado en clase "Arte con Ciencia"; pues se recurre al manejo de las normas ASME Y32-11 y de simbología industrial donde se encuentran varios dibujos y símbolos, que representan las diversas operaciones unitarias y procesos unitarios estudiados durante el

avance de la cátedra, que terminan constituyendo un proceso químico industrial. Sin embargo, se busca que el estudiante tenga la conciencia de diseñar un diagrama de flujo para la producción industrial de algo con la suficiencia técnica encontrada en los diferentes libros de consulta, artículo e información variada. Por supuesto, se deben tener los conceptos de cada operación y proceso unitario completamente entendidos; pues gracias a esto se direcciona hacia la búsqueda de equipos, reacciones, materiales de construcción, formas de almacenamiento y posteriormente plantear su mejor configuración para la obtención del proceso. Básicamente, es un diagrama industrial basado en "chismes", pero de fuentes de primera mano, consignados en bases de datos, artículos, tesis, entre otros. Se pretende instruir al estudiante a que se pregunte ¿qué le pasa a la materia prima una vez entra una corriente a este equipo? ¿Suceden cambios físicos o químicos? ¿Cuáles son las reacciones químicas? ¿Qué tipo de reacciones aparecen? O de acuerdo a la naturaleza de la materia prima ¿cuál es la mejor forma de almacenarla, de adquirirla, de manipularla, de hacerla reaccionar? ¿Cómo impulsar los reactivos? ¿Cómo extraer los productos? ¿Qué principios los describen, los gobiernan? ¿Es viable financieramente? ¿Es viable industrialmente?

Durante el desarrollo de la clase, con diferentes modalidades, se estudia a profundidad los procesos más comunes que han evolucionado a la par de la ingeniería química. Por ejemplo, el estudio de industria de la metalurgia (obteniones y extracciones de cobre, oro, magnesio, níquel, berilio, hierro, plomo, entre otros materiales), la industria del aire (con los procesos Linde y Claude), la industria del gas natural y el petróleo (desde la óptica orgánica, inorgánica y de la variedad de operaciones unitarias y procesos unitarios), la industria de la cerámicas, la industria de la producción de ácido nítrico (proceso Ostwald), producción de amoníaco (Haber-Bosch), producción de ácido sulfúrico (por método de contacto), producción de ácido clorhídrico (por electrólisis de salmuera), producción de sosa cáustica, producción de soda cáustica (por método de membrana), producción de sales inorgánicas, entre otros. Los avances adquiridos en el estudio de estos y otros procesos en cada uno de los aspectos mencionados hacen que los estudiantes de ingeniería tengan bases, una especie de cultura general de cada una de las disciplinas que tiene que sobrepasar para convertirse en ingenieros químicos.

No solo se discuten procesos establecidos de producción y se hacen los diagramas constructivos sino que se avanza en métodos más propositivos donde se desarrollan escenarios reales que sitúan al estudiante en una sociedad actual de la industria nacional de informalidad donde quienes hacen empresa y quienes las dirigen no tienen conocimiento pleno de la ciencia detrás de sus procesos y hacen requerimientos de producción impensados. Es así como se plantea la producción "problema" a través de una reacción química, de una expresión del equilibrio químico, de un desarrollo en prosa del proceso o se plantean daños estructurales operacionales y se les entrega un listado de condiciones que pueden ir desde el inventario de materia prima y equipos hasta el lugar donde puede funcionar su industria y con estas condiciones proceden a dar múltiples soluciones que van siendo aterrizadas por los profesores tutores y apoyados por profesores de ciclo profesional. Para sorpresa de los docentes y del cuerpo directivo de la Universidad las capacidades y habilidades desarrolladas con esta metodología hacen que los estudiantes proyecten seguridad, sientan amor por sus carreras, logren objetivos impensados, desarrollen capacidades de análisis, de crítica, alternativas de solución que ni ellos sospechan. Simplemente, como una respuesta al constante reto en el que se ven inmersos ante la resolución

de problemas y así sin darse cuenta comienzan a inundarse de magia, a contagiarse de amor por esto que llamamos Ingeniería Química.

Es vital en el desarrollo de esta metodología el componente tecnológico. Como apoyo a toda la descripción del proceso se usa la versión de Microsoft VISIO para la ejecución de los diagramas de flujo constructivos. Los estudiantes valiéndose por múltiples tutoriales de internet aprenden a usar la plataforma y comienzan a construir, basados en la investigación pertinente, sus propios diagramas de flujo de una industria problema.

Alternamente, los estudiantes van identificando problemas que los afectan a ellos, al barrio, a los animales, al ambiente, a la industria y a lo largo del semestre van usando las herramientas entregadas durante las sesiones de clase y la van aplicando progresivamente en encontrar soluciones a su problemática. Los estudiantes de tercer semestre de Ingeniería Química en la cátedra Química Industrial Inorgánica preparan la Muestra Estudiantil para el Emprendimiento, celebrada el último día de clases ante la comunidad académica. En este día los estudiantes soportan sus investigaciones, sus soluciones, sus experimentos e investigaciones en diagramas de flujo industriales que les permite vender su idea, sus productos y se enfrentan a estudiantes de cursos superiores, de ingenieros y de jurados. Además, sus proyectos tienen el componente proyecto social, donde se revisa cómo impactan sus propuestas de solución al medio ambiente, a la sociedad y a la economía. En pocas palabras, es el día en el que se ponen un disfraz de ingenieros químicos y ponen a prueba todos sus conocimientos alrededor de sus proyectos, abren su mente a diferentes perspectivas, formas de ver el mundo, críticas y mejoras a sus proyectos.

3. Algunos proyectos desarrollados

En 38 versiones hay demasiados proyectos que rescatar; sin embargo, quiero empezar con una anécdota personal. “Soy Ingeniero Químico graduado en el 2009 de esta Universidad y sin temor a equivocarme donde más convencido me sentí de que este era mi destino y que quería dedicar mi vida a la ingeniería química fue durante el desarrollo de esta disciplina. Recuerdo con especial cariño mi proyecto de Muestra de emprendimiento: Producción de orellanas (hongos comestibles), por allá en el 2005; éste nació como una alternativa al estudio de suplementos y complementos a una dieta más balanceada y de algo poco común para la época. La cantidad de situaciones que se nos presentaron a mí y a mi grupo y las incontables horas discutiendo sobre cultivos de hongos, condiciones de asepsia, múltiples formas de obtención, métodos de producción, soluciones, investigaciones y presentaciones alrededor del proyecto ha sido una de las experiencias más enriquecedoras de todo mi proceso formativo. Después de esto, esta experiencia vivencial de crearme ingeniero desde una edad temprana fue el refugio a donde iba en mis recuerdos y donde encontraba la fuerza necesaria para continuar mi carrera y no declinar, porque indiscutiblemente sino es la inspiración y el amor por este estilo de vida uno no termina o por lo menos no le encuentra el gusto. Después de tantos años, tener la oportunidad de regresar a mi alma mater y demostrar los resultados que he tenido como ingeniero para inspirar a muchos que necesitan “la gasolina” para continuar en su proceso formativo me impulsa para participar en este Congreso sobre enseñanza de la ingeniería”.

A continuación, en la tabla 1 se puede observar un listado de algunos de los proyectos más relevantes de los últimos años desarrollados en las instalaciones de la Fundación Universidad de América.

Tabla 1. Proyectos históricos a Junio 2019

Almidón de plátano como adhesivo para pegamentos
Apósito medicinal a partir de romero, caléndula y sauce
Biodegradación de plásticos a partir del gusano de harina
Biodiesel a partir de aceite quemado de cocina
Captura del CO2 por medio de una torre de absorción inundada
Cerveza a base de quinua y trigo con mayor porcentaje nutricional
Elaboración de fertilizantes orgánicos.
Elaboración de jabones casero a base de grasa de pollo
Elaboración de pinturas, plástico y pegante a partir de proteínas de leche
Electrocoagulación para tratamiento de lodos de perforación petrolera
Fabricación de esmalte sensible a los cambios de temperatura
Generación de energía eléctrica a partir de frutas en descomposición
Lámparas Vampiro
Obtención de bebida isotónica natural a partir de Tomatidina, germen de trigo y zumo frutal
Obtención de bolsas biodegradables a partir del almidón de yuca
Obtención de carbón activado a partir de cascaras de naranja.
Obtención de Cobre a partir de residuos electrónicos
Obtención de colorante a partir de la semilla de aguacate
Uso de goma de mascar para parcheo de huecos
Obtención de insecticidas, abono fortificado y papel reciclable a partir de las colillas de cigarrillo
Obtención de jabón para ropa a partir de aceite vegetal quemado
Obtención de jabones a partir de productos naturales.
Obtención de láminas a partir de piedra caliza y Polietileno
Obtención de madera a base de escamas de pescado y aserrín
Obtención de material de relleno para huecos a base de goma de mascar
Obtención de octoborato de potasio
Pintura a base de papa
Pitillos comestibles a base de agar-agar
Pomada a base de flor de Tila
Producción cerveza artesanal con sabor a café
Producción de Biodiesel a partir de microalgas
Producción de bioplástico a partir de almidón de maíz
Saponificación de ácidos grasos del aguacate
Tratamiento para combatir el frizz a partir de ácidos grasos

Uso de cáscaras de huevo y piedra alumbre para la potabilización del agua de mar
Yogurt con sabor a Jengibre
Tratamiento de emulsiones por medio de hidromagnetismo y filtración
Incorporación de aceites esenciales obtenidos del bagazo de café en la elaboración de champú
Proyecto de tratamiento de agua con tusa de maíz.
Generación de energía eléctrica a partir de la obtención de gas metano por estiércol de caninos
Alternativa insecticida agrícola: eco-insecticida a base de aceite esencial de semillas frutales para eliminar la presencia de gorgojos en post-cosechas
Obtención de enjuague bucal a partir de etanol a base de cáscara de banano
Insecticida para cultivos a base de la semilla de aguacate
Elaboración de crema con protección solar para la piel a base de cáscara de banano y avena
Ladrillos de plástico
Obtención de cerveza artesanal a base de agroz

4. Resultados

Entre los resultados de esta metodología de enseñanza se tienen diagramas de flujos constructivos, ponencias en la muestra de emprendimiento, folletos y poster científicos.

Imagen 1. Folleto

PRUEBAS

El método atracción-repulsión, consiste en dividir un papel filtro en dos e impregnar cada parte con el insecticida y con el etanol, y posteriormente colocarlo en una caja de Petri con cinco gorgojos.

El método por ingestión, consiste en aplicar a varios granos de avena, una gota de etanol e insecticida en dos recipientes distintos con cantidades de siete gorgojos respectivamente.

El método por contacto, radica en aplicar insecticida con un pincel a seis gorgojos y etanol a otros seis.

RESULTADOS

RESULTADOS PRUEBA DE CONTACTO

Tiempo (Horas)	Número de gorgojos	Tasa de Mortalidad
2	5	100%

RESULTADOS PRUEBA DE ATRACCIÓN-REPULSIÓN

Tiempo (Horas)	Número de gorgojos	Atracción Extracto	Atracción Etanol	Porcentaje de Efectividad
1	5	3	2	60%
2	5	5	0	100%

RESULTADOS PRUEBA POR INGESTIÓN

Tiempo (Horas)	Número de gorgojos	Tasa de Mortalidad
2	5	0%
96		0%
168		33,30%
216		66,60%
288		100%

Tasa de Mortalidad de los gorgojos por la Prueba de Ingestión

Gráfico de líneas que muestra la tasa de mortalidad (%) en el eje Y (0% a 100%) frente al tiempo en horas en el eje X (0 a 288). La línea muestra un aumento constante de la mortalidad hasta el 100% a las 288 horas.

Peso de los Granos

Puros	0,3218g
Tras Ingestión con Extracto	0,2834g
Tras Ingestión con Etanol	0,0557g

Peso de los Gorgojos

Tras Ingestión con Extracto	0,0197g
Tras Ingestión con Etanol	0,0493g

IMPACTO AMBIENTAL

Core "Atrassador de gorgojos" industrialmente optimiza recursos y genera un proceso de producción bastante económico. Esto quiere decir, que para la obtención del producto final, se requieren de semillas de guanábanas desechadas tras la producción de alimentos lácteos a base de esta fruta, por parte de empresas como lo es Alpina Productos Alimenticios S.A.; y en el proceso productivo, se necesita una maquinaria básica, la cual pretende extraer el aceite fijo de dicha fruta.

SIMULADOR DE ECO-INSECTICIDA A BASE DE ACEITE DE SEMILLA DE GUANÁBANA PARA ELIMINAR LA PRESENCIA DE GORGOJOS EN POST-COSECHAS DE AVENA

CORC
ATRASADOR DE GORGOJOS

\$14.900

5. Referencias

- American Institute of Chemical Engineers (AIChE) (2019). [Consultado 12 Jun 2019]. Disponible en: <http://www.aiche.org/about/governance/constitution>
- Voronov R., Basuray S., Obuskovic G., Simon L., Barat R. B., Bilgili E., (2017). Statistical analysis of undergraduate chemical engineering curricula of United States of America universities: Trends and observations. Education for Chemical Engineers 20 pp. 1–10.
- Álvarez-Borroto R., Stahl U., Cabrera-Maldonado E. y Rosero-Espín M. (2017). Los paradigmas de la ingeniería química: las nuevas fronteras. Educación Química 28, pp. 196-201
- Swaddle T. Inorganic Chemistry An Industrial and Environmental Perspective. Elsevier Science & Technology Books. April 1997

Sobre los autores

- **Alexander López**; Ingeniero Químico, Estudiante de Maestría en Ingeniería Química en la Universidad de Los Andes. Profesor Asistente. alexander.lopez@profesores.uamerica.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)