



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOE 2014

Nuevos escenarios
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias. 7 al 10 de octubre de 2014
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

FOMENTO DE LA INTERDISCIPLINARIEDAD: LA QUÍMICA PURA PARA EL DISEÑO EN INGENIERÍAS

Oscar Darío Guarín Villamizar

Universidad de Santander
Bucaramanga, Colombia

Resumen

Ante la complejidad que representa el reto para la construcción de nuevo conocimiento e incluso de su mera apropiación, es imperante la necesidad de fomentar la interdisciplinariedad en todo proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, es apropiado recordar que ésta facilita la apertura de horizontes a nuevos conocimientos, al pensamiento crítico acerca de lo aprendido y la formación integral del profesional en ingeniería que la región, el país y el mundo requieren hoy en día. Particularmente, en ingeniería ambiental, ingeniería civil, ingeniería de petróleos e inclusive la ingeniería agroindustrial es de gran relevancia que el estudiante cuente con saberes elementales en química tales como: tipos de reacciones y los mecanismos e intermediarios moleculares pues estos últimos pueden ir en diferentes vías debido a la composición química y su interacción con el aire y los minerales del suelo, entre otros; que permiten, junto con saberes ingenieriles, proponer, desarrollar o ejecutar diseños adecuados, eficientes y efectivos para la solución de los problemas de la sociedad actual. Así pues, se presentan a continuación estrategias metodológicas de enseñanza - aprendizaje que fomentan en especial, la interdisciplinariedad Química-Ingenierías, por ejemplo: Métodos de caracterización química al servicio de la ingeniería, Cuantificación química para medición en diseños de ingeniería, Diseño ingenieril de las operaciones unitarias para tratamiento de agua contaminada.

Palabras clave: interdisciplinariedad; Ingeniería; química

Abstract

Given the complexity that represents the challenge to construct new knowledge and even their mere appropriation, is prevailing to promote interdisciplinarity in teaching-learning process. In addition it's appropriate to remember that interdisciplinarity facilitates the opening of horizons to new knowledge, critical thinking about what you've learned and the integral formation of professional engineering, required by the region, the country and the world today. Particularly in environmental engineering, civil engineering, petroleum engineering, and including the agro-industrial engineering, it's of great importance that the student has basic knowledge in chemistry such as: types of reactions, mechanisms and molecular intermediaries because the latter can go in different ways due to the chemical composition and its interaction with the air and minerals of the soil, among others, that allow to you, together with engineering knowledge, propose, develop or implement adequate, efficient and effective designs for the solution of the problems of today's society. Thus, below methodological strategies of teaching - learning in particular, fostering interdisciplinarity chemistry-engineering for example: chemical characterization at the service of the engineering methods, chemical quantification for measurement in engineering designs, engineering design of unit operations for treatment of contaminated water.

Keywords: interdisciplinarity; chemistry; engineering

1. Introducción

El estudiante de Ingeniería carece de claridad en conceptos básicos de química aplicados a su especialidad, por ejemplo, el término metal lo asocia con material estructural olvidando que viene utilizándose desde la antigüedad para nombrar las sustancias que presentan además de brillo característico algunas propiedades mecánicas que permiten trabajarlos y construir diversos utensilios y eran considerados como tales solo algunos compuestos o mezclas. Posteriormente en química, el nombre metal se utilizó para referirse a los elementos que poseían una serie de propiedades físicas (conductor del calor y de la electricidad y brillo metálico fundamentalmente) y químicas (capacidad para formar iones positivos, para formar óxidos básicos, para actuar como agentes reductores) de tal manera que todos los elementos conocidos se dividen en metales y no metales.

Los estudiantes tienen ligeras nociones sobre temas tan importantes como lo son ácidos y bases por ejemplo. El problema en estudio, sería el aspecto medioambiental que generan los derivados de este importante tema como la lluvia ácida, por ejemplo, deteriora todas las infraestructuras cuyo material sea pétreo básico o mezclas como en pavimentos. La lluvia ácida es algo de lo que se habla mucho en periódicos y noticieros, los anuncios de televisión (publicidad) mencionan el pH en relación a determinados productos, desodorantes, shampoo y antiácidos. Lavoisier pensó que el elemento común entre todos los ácidos era el oxígeno, de hecho oxígeno significa “formador de ácido” en griego. Estos conceptos aplicados a ingeniería son determinantes para desarrollar nuevos materiales sostenibles con mayor durabilidad y preservar los diseños actuales en lo referente a infraestructura.

Nuestro interés es formar Ingenieros capaces de enlazar sus presaberes desde las competencias del saber-hacer- y saber-conocer con el desarrollo sustentable, exigiendo la aportación de la visión ambiental en todas los contenidos programáticos de su plan de estudio. Los temas medioambientales son interdisciplinarios, es preciso abordar los problemas y conocimientos de forma integral, y una de las ramas fundamentales para ello es la Química. En este trabajo se comenta la necesidad de adaptar la enseñanza de esta ciencia y plantearla desde un punto de vista de Química Aplicada no solo a los materiales, sino también a su entorno.

2. Objetivos

- Evaluar los conocimientos teóricos estudiados en el aula de clase, tanto de estudiantes como de docentes implicados en el proceso, mediante una propuesta de solución a necesidades sociales insatisfechas en el tema del manejo de recursos, particularmente los hídricos y suelos en la resolución de problemas reales.
- Identificar la diversidad de conocimientos químicos necesarios (distintos temas, distintos conceptos de un mismo tema...) para resolver un problema real.
- En la parte de diseño el estudiante debe comprobar la necesidad de recurrir e interrelacionar los conocimientos que adquiere en las diferentes materias que constituyen su plan curricular.
- Establecer las relaciones estructura-propiedades de los materiales profundizando en el conocimiento de las relaciones humanas con la naturaleza a partir del diagnóstico, análisis e interpretación de las actividades de la vida cotidiana en espacios sociales, culturales y naturales como lo son los márgenes de microcuencas urbanas.

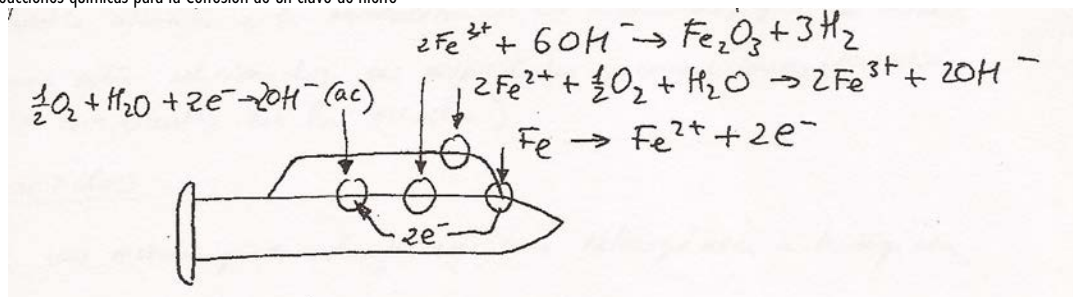
3. Metodología

El lugar de la investigación la Universidad de Santander vereda Santa Bárbara en Bucaramanga capital del departamento de Santander. Los proyectos Integradores que se han llevado a cabo en esta investigación, tratan, básicamente situaciones, problemáticas, casos específicos, ideas de interés, que los alumnos resuelven en un determinado período, con todo el material que consideren necesario. Se destaca el método empleado por el grupo de trabajo, es decir, lo procedimental de la resolución, esto con el fin de proponer acciones pedagógicas significativas para mejorar y reforzar los contenidos aprendidos. Luego se realizan discusiones grupales en el aula o bien en el laboratorio, tratando cada caso concreto con juicio crítico. En síntesis, se configura la clase como un sistema termodinámicamente abierto, de intercambio de materia en forma de comunicación y de intercambio de energía en los trabajos de campo.

3.1 Química de la Corrosión

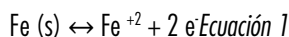
La corrosión en general se puede entender como un proceso de degradación o deterioro de una sustancia. En materiales para construcción como metales el mecanismo de esta destrucción, en algunas circunstancias, es simplemente un proceso de disolución. Sin embargo en el caso de la corrosión oxidante de los metales, el mecanismo es de naturaleza electroquímica. Para nuestro caso para analizar el mecanismo de la corrosión del hierro consideramos la siguiente figura donde se muestra un clavo de hierro con su superficie parcialmente húmeda expuesta al oxígeno atmosférico.

Figura 1. Reacciones químicas para la Corrosión de un clavo de hierro



Fuente: autor

Análisis realizado por los estudiantes: El clavo es un sólido muy imperfecto: consiste en microcristales orientados al azar, que poseen redes cristalinas imperfectas, y que como impurezas, incorporan átomos e otras clases. Los átomos de hierro próximos a los límites de estos microcristales o granos tienen enlaces relativamente débiles, y en algunos sitios pueden entrar fácilmente en la fase acuosa en forma de iones (ver ecuación 1). Muchos metales importantes para realizar estructuras de infraestructura civil sufren corrosión en mayor o menor grado por el agua y la atmósfera, los metales también son corroídos por ataque químico directo procedente de soluciones químicas



Conclusión

Los materiales de ingeniería sufren roturas por corrosión bajo tensión suelen ser frágiles con ausencia de deformación plástica y las grietas perpendiculares al eje de tracción. En situaciones prácticas la corrosión no puede ser eliminada como tampoco las tensiones, pero si controlada eligiendo modificaciones de diseño, protecciones anódicas o catódicas (recubrimientos) y selección de materiales.

3.2 Química en la Cotidianidad

Disoluciones

En grupos, los estudiantes estudian los conceptos básicos de disolución, factores de formación y fases en las que se pueden realizar, mediante talleres y mapas conceptuales lo que genera conceptos básicos relacionando por ejemplo las propiedades de una mezcla como el asfalto, sus constituyentes generales, y las propiedades de sus componentes individuales. Destacando que en la vida diaria una mezcla de arena (se demuestra en el aula) y sal, muestra tanto las propiedades de la sal como las de la arena en dos fases en cambio una solución transparente o verdadera se da al mezclar sal y agua. Por otra parte, las propiedades de una mezcla como el asfalto, una disolución, a menudo parecen no tener ninguna relación con los de sus componentes. Una muestra de agua salada, por ejemplo, se congela a una temperatura menos que la del punto de congelación del agua pura (demostrando así algunas de las propiedades coligativas de las disoluciones). Esto último se corrobora en la fractura que se produce en un material como consecuencia de la acción conjunta de un medio corrosivo y esfuerzo mecánico los diferentes metales usados en construcción ya que muchos sufren corrosión en mayor o menor grado por el agua y la atmósfera.

Ley de reparto: Extracción

La práctica incluye el uso de material e instrumental habitual en un laboratorio químico. La extracción en química para Ingeniería es la separación de un componente de una mezcla mediante un disolvente por el cual tenga mayor afinidad. Se pone en contacto la disolución inicial A (generalmente medio acuoso) con un disolvente no miscible B (disolvente orgánico apolar); de forma que al agitar la mezcla de ambos el componente a separar pasa al disolvente por el que tiene mayor afinidad. Al dejar el sistema en reposo se separan dos fases inmiscibles, de forma que la relación de concentraciones en el equilibrio del compuesto a extraer en ambos disolventes (C_A y C_B) es proporcional a la razón entre las solubilidades a esta temperatura (S_A y S_B) y se denomina coeficiente de reparto K_D (ecuación 2).

$$KD = \frac{C_b}{C_a} = \frac{\text{Peso de soluto en } \frac{B}{\text{Volumen}^B}}{\text{Peso de soluto en } \frac{A}{\text{Volumen}^A}} \text{ Ecuación 2}$$

En este proyecto se ha utilizado la extracción líquido-líquido simple, operación unitaria de transferencia de materia. El soporte utilizado para conseguir la separación es un embudo de decantación, compuesto por un tapón de vidrio o plástico o tapón de plástico de rosca en la parte superior y una llave de paso en la parte inferior, la forma del embudo de decantación es cónica, también llamada de pera, otro tipo el cilíndrico o recta. En todos los casos la embocadura tiene una sección troncocónica para admitir su cierre con el tapón, que puede ser de plástico o de cristal. En este último caso, la embocadura presenta una junta de vidrio esmerilado. Es un instrumento especialmente indicado para separar líquidos inmiscibles como aceites, grasas lubricantes, y agua que se separan, por diferencia de densidades mediante una interfase bien definida.

Conclusión

El ejercicio teórico-práctico sobre formación de disoluciones es básica para el ingeniero civil, por ejemplo, los hidrocarburos constituyentes del asfalto forman una solución coloidal (pueden ser emulsiones o suspensiones) homogénea en la que un grupo de moléculas de los hidrocarburos más pesados (asfáltenos) están rodeados por moléculas de hidrocarburos más ligeros (resinas), sin que exista una separación entre ellas, sino una transición, finalmente, ocupando el espacio restante los aceites.

Además, al conocer sobre el coeficiente de reparto podremos adentrarnos en la extracción de compuestos aromáticos para la producción de aceites lubricantes biosostenibles.

3.3 Termoquímica

Casi todas las reacciones químicas absorben o producen (liberan) energía, generalmente en forma de calor. El calor es la transferencia de energía térmica entre dos cuerpos que están a diferentes temperaturas. Con frecuencia se habla de “flujo de calor” desde un objeto caliente hacia uno frío. El estudiante trabaja lecturas como la siguiente, de manera individual, realizando mapas conceptuales y luego externaliza con sus compañeros aspectos sobre cómo afecta la asociación de energía en reacciones químicas a los materiales para construcción y a las mismas estructuras generadas:

En la vida cotidiana observamos muchos cambios que una vez iniciados prosiguen de una manera natural, es decir, sin que se intervenga desde el exterior. Por ejemplo, una vez hayamos dado un pequeño empujón, un libro cae naturalmente desde el borde de una mesa hasta el suelo. En cambio, el proceso opuesto, que el libro se levante sin ayuda desde el suelo hasta la mesa, es antinatural; la experiencia indica que lo anterior no ocurre. Los cambios naturales, que pueden ocurrir, se llaman cambios espontáneos.

Libro (mesa) → Libro (suelo) (espontáneo)

Los opuestos, los cambios que no pueden ocurrir se llaman no espontáneos.

Libro (suelo) → Libro (mesa) (no espontáneo)

En líneas generales podríamos decir que la termoquímica es la parte de la termodinámica que se encarga de estudiar cuantitativamente las variaciones energéticas implicadas en las reacciones químicas. Aplicada a la química, la termodinámica nos abre caminos para predecir si un cambio químico puede o no suceder bajo un conjunto de condiciones dadas, es decir, si es o no espontáneo en esas condiciones. Casi todas las reacciones químicas van acompañadas de una absorción o de un desprendimiento de energía, dependiendo de esto de que la energía almacenada en los productos sea mayor o menor que la almacenada en los reactivos. La energía almacenada en los elementos y sus compuestos se denomina energía química.

Conclusión

Es obvio que disponer de información cuantitativa acerca de las variaciones de energía asociados a las reacciones químicas es importante. Por ejemplo, para el diseño de un cohete espacial un ingeniero debe conocer cuál es la cantidad de energía liberada por la reacción del oxígeno con el hidrógeno para poder calcular las cantidades de estos elementos líquidos que se deben cargar en los depósitos para que el cohete pueda elevarse sin problemas. Un ingeniero también necesitará conocer cuánto combustible es necesario para que una planta eléctrica pueda operar durante un periodo dado. Para poder diseñar una planta química que opere con los mínimos costes posibles, un ingeniero químico necesita conocer cuánto calor absorbe o libera cada reacción de un proceso con el fin de garantizar que, en la medida de lo posible, el calor liberado en una reacción proporcione la energía necesaria para que otra se lleve a cabo.

3.4 Visita Extra clase a empresas

Luego de realizada cada visita se abre un foro en ambientes virtuales de aprendizaje de software gratuito como lo es Moodle, Facebook, Google, Twitter, entre otros. En Moodle se soportan los contenidos programáticos de la asignatura; así pueden interactuar e intercambiar opiniones acerca de lo visto en la empresa. En el foro se presentan artículos, preguntas, y archivos digitales para orientar a los estudiantes y además en este apartado pueden realizar las observaciones o comentarios que deseen.

Visita a Industria Cervecera: Tema: El Equilibrio Químico

Un aspecto muy importante que afecta a todas las reacciones químicas es el de hasta qué punto progresa la reacción en unas condiciones concretas. El equilibrio es un estado en el que no se observan cambios durante el tiempo transcurrido. Cuando una reacción química alcanza el estado de equilibrio, las concentraciones de reactivos y productos permanecen constantes en el tiempo, sin que se produzcan cambios visibles en el sistema. Sin embargo, a nivel molecular existe una gran actividad debido que las moléculas de reactivos siguen formando moléculas de productos, y éstos a su vez reaccionan para formar moléculas de reactivos. Por lo expuesto en nuestro principal objetivo ha sido diseñar y aplicar estrategias didácticas que vinculen los intereses entre los actores del proceso educativo y permitan alcanzar un mejor nivel de aprendizaje.

Visita a Industria de Alimentos: Tema: Cinética Química

Hasta ahora hemos aprendido, gracias a la termodinámica, si un determinado proceso (reacción química) tiene lugar espontáneamente o no bajo unas determinadas condiciones de Presión, Temperatura, etc. Esto es importantísimo pues nos permite decidir si una determinada reacción es posible o no. Pero es de todos sabido que existen algunas reacciones que aun siendo favorables desde un punto de vista termodinámico, no lo son desde el punto de vista de la velocidad con que se producen. Por ejemplo el proceso $C(\text{grafito}) \rightarrow C(\text{diamanta})$ es una reacción (en condiciones normales) espontánea, pero hasta ahora no ha habido nadie esperando a que dicha reacción concluya puesto que es inmensamente lenta. Por lo tanto, no sólo es importante estudiar la termodinámica de una reacción, sino también sus aspectos cinéticos.

Existen múltiples evidencias en el entorno humano que ponen de manifiesto que algunas reacciones químicas son muy rápidas mientras que otras se producen con una lentitud extraordinaria como dijimos anteriormente. La variación de explosión del oxígeno con un hidrocarburo en el cilindro de un automóvil, la reacción entre un ácido fuerte y una base fuerte, que se producen en cuanto el ácido se añade a la base, son ejemplos de reacciones muy rápidas. Por el contrario, la formación de herrumbre es bastante lenta aunque, por desgracia, no tanto como sería de desear. Aunque sería conveniente tener la capacidad de retardar todavía más reacciones como la de formación de herrumbre o los que conducen a la descomposición de los alimentos, lo que suele preocupar con más frecuencia es cómo acelerar reacciones que son lentas de forma tal que se haga factible obtener una cantidad útil del producto deseado en un periodo de tiempo razonable.

Resultados

La elaboración de los proyectos integradores generó en motivaciones, participación se relacionaron unidades de aprendizaje, se crearon estrategias metacognitivas, y se logró facilitar la comprensión de procesos y conceptos.

4. Conclusiones

Cuando hay un eje articulador como temas integradores el estudiante plantea y en forma grupal responde las preguntas de interés para el diseño en ingenierías esto despierta el interés de los actores conforma un sentido pedagógico a la clase enlazando los preconceptos con nuevas unidades de aprendizaje.

La evaluación de la química en el sector ingenieril estimula el pensamiento crítico, se desarrollan habilidades comunicativas, se desarrollan actividades creadoras autónomas, el conocimiento se construye a partir del conocimiento previo para ello el conocimiento se produce socialmente.

En este tipo de proyectos se genera en los docentes el tener la disposición de hacer algo desde el aula con sentido académico, científico, comunitario, empresarial, entre otros, donde a su vez, se puedan integrar los conceptos, ejes temáticos, cursos, actividades, procedimientos, métodos y recursos para resolver un problema, contextualizarlo en una realidad, relacionar la teoría con la práctica, articular el aula con el mundo exterior que es sinónimo indudable de investigación formativa.

En la incursión a la química para Ingeniería mediante diversas actividades los estudiantes demostraron una participación activa donde se concientizan los logros, conocen sus limitaciones, descubren y ejecutan destrezas, trabajan en equipo e investigan.

5. Referencias

- Ausubel D. P. (2002), Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva, Ed. Paidós, Barcelona,
- Blound, E. y col. (coords.). Industria como naturaleza: hacia la producción limpia. Los libros de la Catarata. Madrid. 93-100.
- Bernal, J.L. (2007). Pautas para el diseño de una asignatura desde la perspectiva de los ECTS. Universidad de Zaragoza. Disponible en web <http://didac.unizar.es/jlbernal/inicial.html>
- Geiser, K. (2003). "Química Verde: diseño de procesos y materiales sostenibles". En:
- Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Civil. 2009. Disponible en web.
- http://www.aneca.es/activin/activin_conver_LLBB.asp.
- Morales Güeto Juan. (2006). Ciencia de los materiales. Editorial UPV.

Sobre el Autor

Oscar Darío Guarín Villamizar, Magister en Consultoría medioambiental, Magister en Química ambiental, Especialista en consultoría ambiental. Profesor Titular Programa Ingeniería Ambiental. Universidad de Santander. Bucaramanga. Grupo GAIA Investigación. e-mail: oguarin@udes.edu.co

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

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)