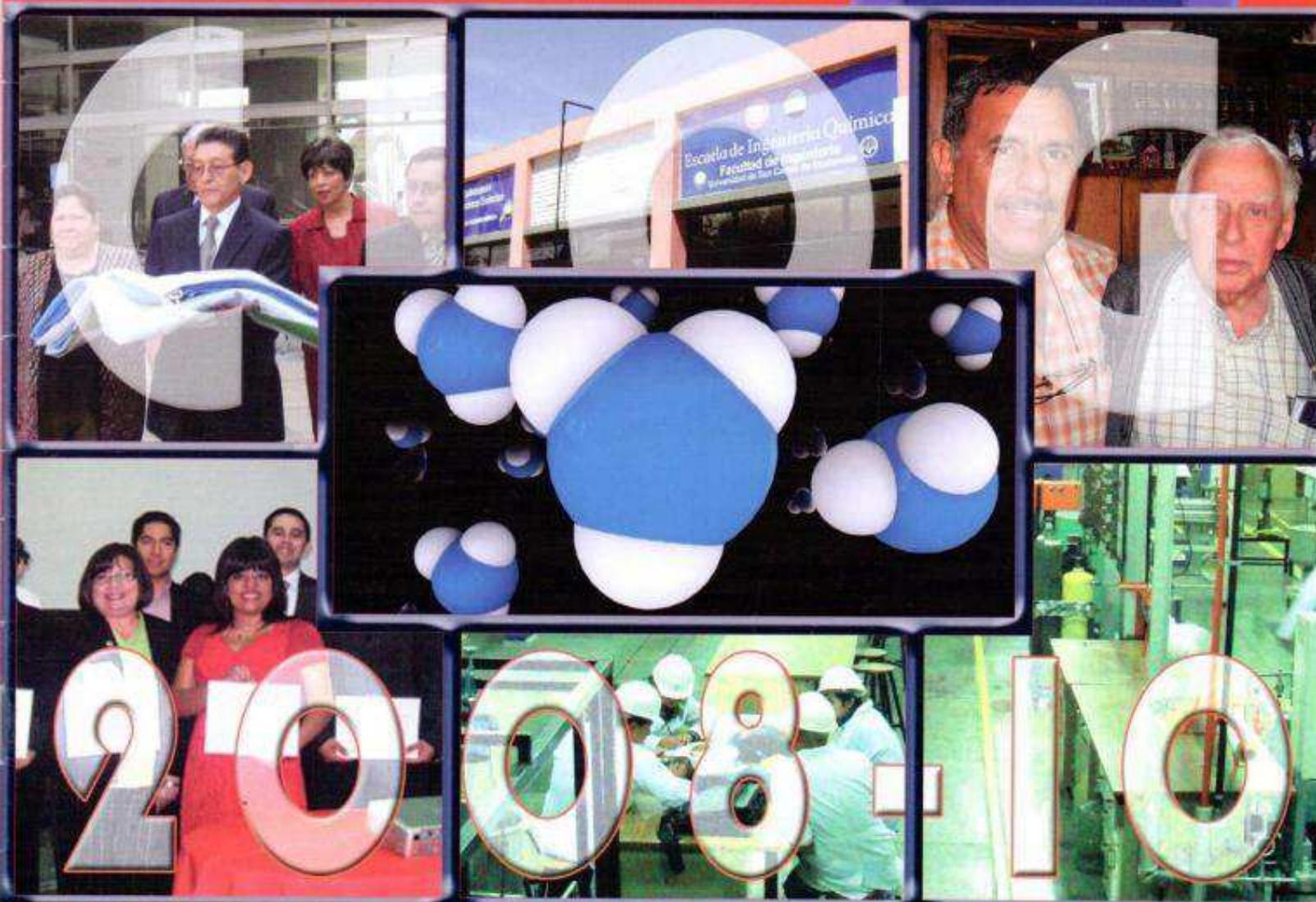


REVISTA INGENIERÍA QUÍMICA

ÓRGANO DIVULGATIVO DEL COLEGIO DE
PROFESIONALES DE LA INGENIERÍA QUÍMICA,
ALIMENTOS, MEDIO AMBIENTE Y AGROINDUSTRIA.



GUATEMALA JULIO DE 2010, VOLUMEN No.4 AÑO 2
EDICIÓN DEDICADA A: Ing. Qui. ÓSCAR AVENDAÑO

EDITORIAL

Apreciados compañeros, agremiados a este respetable y glorioso Colegio de Ingenieros Químicos de Guatemala; como Junta Directiva saliente nos sentimos muy complacidos de haber servido a nuestro colegio y por supuesto a ustedes colegas, que son la razón de ser de esta entidad.

En nuestra gestión tratamos de actualizar en la medida de nuestras fuerzas y recursos, todas las áreas, desde la administración, fiscalización, contabilidad, proyectos de comunicación masiva -revistas y página web-, para modernizar esta entidad, hacerla competitiva, con tecnología de vanguardia, comunicativa, participativa, eficiente y objetiva. Posiblemente en algunos aspectos nos hemos quedado cortos, ya sea por falta de tiempo o algunos imprevistos que surgieron en el camino, pero lo que hemos hecho lo hicimos con toda dedicación, sacrificio, responsabilidad, y deseos porque nuestro colegio entre en una nueva era. Cambios eran necesarios e hicimos los que a nuestro alcance estuvieron, pensando siempre en el bien común y el beneficio de todos. Queda más por hacer, pero nos complace haber dejado la base para una nueva era en la dirección de este colegio, a fin que las futuras generaciones sigan con este pensamiento de superación y no de conformismo, para hacer de nuestro glorioso colegio el sueño de aquellos que con gran visión y grandes expectativas lo fundaron. Les deseamos a todos ustedes lo mejor en su profesión, en su que hacer diario, en su ámbito familia y en su trabajo, y los instamos a seguir luchando por el desarrollo y progreso de nuestro gremio y de esta institución.

Ing. Oscar Martínez

Secretario J.D. CIQG 2008-2010

CONTENIDO

INGENIERÍA AGRO-
INDUSTRIAL -CUNSUR-
Ing. Arminda Zeceña **PAG. 03**

PRODUCCIÓN DE
ALCOHOL
Ing. Víctor Nájera **PAG. 04**

TINTAS FLEXOGRÁFICAS
Ing. Luis Orozco **PAG. 06**

PERSONAJE HOMENA-
JEADO: ÓSCAR AVENDA-
ÑO. *Ing. Víctor Nájera* **PAG. 10**

MEMORIA DE LABORES
Junta Directiva
2008-2010 **PAG. 12**

USO DE SOFTWARE EN
LA ING. QUÍMICA
Ing. Antonio Medrano **PAG. 20**

DIRECTOR: Ing. Quím. VÍCTOR NÁJERA. **COEDITOR:** Ing. Quím. OSCAR MARTÍNEZ.

JUNTA DIRECTIVA CIQG 2008-2010
PRESIDENTE: Ing. LUIS OROZCO.
VICEPRESIDENTE: Inga. ARMINDA ZECEÑA.
TESORERO: Ing. RONAL HERRERA.
SECRETARIO: Ing. OSCAR MARTÍNEZ.
PROSECRETARIO: Ing. VÍCTOR NÁJERA.
VOCAL: Ing. ANTONIO MEDRANO.

CONTÁCTENOS: COLEGIO DE INGENIEROS QUÍMICOS DE GUATEMALA -CIQG-, Tel.: 2369-3689 & 2369-4669.
email: ciqguatemala@telgua.com
Página web: www.ciq.org.gt

ARTE Y DISEÑO PORTADA E INTERIOR
Ing. OSCAR MARTÍNEZ. Artes Gráficas
ITV Fischmann, Jornada Nocturna

INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL - CUNSUR -

Inga. Qco. Arminda Zeceña



Las carreras de Técnico en Procesos Agroindustriales e Ingeniería Agroindustrial, fueron creadas a raíz de Carreras Iniciales según estudios realizados por la Comisión de Planificación de la USAC en el año de 1978:

1. *Técnico en extracción de grasas y aceites.*
2. *Técnico en procesamiento de carnes y derivados.*
3. *Técnico en producción de gramíneas.*

Carreras que cambiaron por múltiples razones, especialmente porque la región de influencia respondía a diversas necesidades, pero entre las más sobresalientes las de tipo agrícola y pecuario originando como consecuencia el procesamiento de las materias primas y por lo tanto se crearon las siguientes carreras:

1. *Técnico en Producción Agrícola.*
2. *Técnico en Producción Pecuaria.*
3. *Técnico en Procesos Agroindustriales.*

Sin embargo, las dos primeras desaparecieron y solo quedó la de Procesos Agroindustriales, carrera que logró extenderse a nivel de Licenciatura. Creándose la carrera de Ingeniería Agroindustrial en el año de 1988.

HISTORIA Y LOGROS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL EN EL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR -CUNSUR- ESCUINTLA, UNIDAD ACADÉMICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-

Ingeniería Agroindustrial: Es una carrera universitaria a nivel de licenciatura, de 5 años de duración, que forma el recurso humano necesario para la dirección y desarrollo de la agroindustria nacional, fundamentado en el conocimiento científico-tecnológico de los procesos de transformación de las materias primas agropecuarias en general, las técnicas modernas de administración gerencial, de comercialización y mercadeo de productos y servicios.

El profesional es capacitado científica y tecnológicamente para dirigir empresas industriales que se dedican al cultivo y procesamiento de materias primas de origen agrícola, pecuario, pesquero, forestal o productos de las mismas para llevarlos a un mayor grado de elaboración.

Asimismo, el Ingeniero Agroindustrial está en capacidad de contribuir al desarrollo de nuevas industrias,

efectuando los estudios de factibilidad correspondientes; asesorar la ejecución de proyectos agroindustriales tanto gubernamentales como privados, que tiendan a una mejor utilización de la producción nacional; desarrollar técnicas de conservación y procesamiento apropiadas a las condiciones del país, elaborar estudios de impacto ambiental y ADAPTAR tecnología generada en otros países.

Ingeniería Agroindustrial: es una carrera líder del Centro Universitario del Sur, Unidad Académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC- caracterizándose por ser la única en su ramo en Guatemala, cuyo propósito es seguir en esa misma posición y continuar proporcionando y actualizando los conocimientos que se le suminis-

...continúa en la página 19

12 años

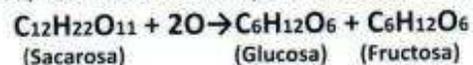
PRODUCCIÓN DE ALCOHOL

*Ing. Qco. M.Sc. Víctor
Manuel Nájera Toledo
e-mail: vicnajt@yahoo.com*

La fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico que además de generar etanol desprende grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂) y energía para el metabolismo de las bacterias anaeróbicas y levaduras. La fermentación alcohólica (denominada también como fermentación del etanol o incluso fermentación etílica) es un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de aire (oxígeno O₂), originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (por regla general azúcares: como pueden ser por ejemplo la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón, etc.) para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol (cuya fórmula química es: CH₃-CH₂-OH), dióxido de carbono (CO₂) en forma de gas y unas moléculas de ATP que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico.

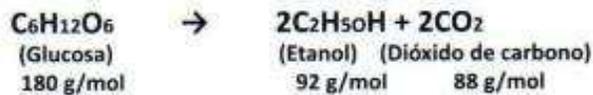
En muchos países como Guatemala, el sustrato para la fermentación es obtenido de la molienda de la caña de azúcar, de la cual se obtiene su jugo el cual se somete a procesos de clarificación y evaporación hasta obtener un jarabe concentrado denominado meladura, el cual para la producción de alcohol se hidroliza por medios ácidos o enzimáticos. En la operación de fabricación de azúcar, a la meladura se le agotan los azúcares cristalizables, después de lo cual queda una fracción de jugo sin azúcares cristalizables, a lo que se le llama melaza.

Para propósitos de producción de alcohol son preparados lotes, utilizando como sustrato la meladura o de la melaza. Los datos que se consignan en la discusión de resultados de los trabajos de los estudiantes, son comparados con los datos publicados por los diversos ingenios en donde los estudiantes trabajan como mano de obra calificada, con los datos de resultados de su laboratorio correspondiente, del curso de Bioingeniería en la carrera de Alimentos del CUNSUROC. Por ejemplo, en la producción de alcohol se obtienen en nuestros laboratorios, de 1.5 litros de alcohol a 96°GL por un galón de melaza y, 2 litros de alcohol a 96°GL por un galón de meladura, cuya comparación con los índices de dichos ingenios nos establecen los niveles con los cuales se trabaja en clase. El sustrato obtenido de la caña de azúcar, tiene una densidad de 72°Bx. Y aproximadamente 68% de azúcar, mientras que en la melaza con una densidad de 72°Bx, tiene un 55% de azúcar, ya que tiene muchas impurezas. Lo que quiere decir es que hay más alcohol en una que en la otra. La meladura contiene azúcar cristalizable. Esta azúcar cristalizable corresponde al disacárido sacarosa y a los monosacáridos glucosa y fructosa. Cuando la concentración de sacarosa es mayor (un 65%), hay tendencia a cristalizar, por lo cual se procura invertir dicha miel para hidrolizar al disacárido sacarosa, con lo cual trasladamos el equilibrio en condiciones equimolares de sacarosa, glucosa y fructosa en un aproximado de un 25%, lo cual inclina la reacción hacia una mayor fermentación alcohólica. El mosto o jarabe deberá invertirse, para disponer de la mayor cantidad de glucosa, principalmente de la sacarosa, tomando en cuenta que con la glucosa se produce alcohol. Haciendo uso del complejo enzimático invertasa-zy-masa, las reacciones que se obtienen son:



Del disacárido se obtienen dos

monosacáridos, reacción catalizada por la invertasa.



La molécula de monosacáridos es convertida a etanol mas anhídrido de carbono, catalizando la reacción la enzima zymasa. Se obtienen 100 kg de azúcar invertida = 51.11 kg de etanol = 64.75 litros de alcohol. Algunas medidas que deberán realizarse en una miel,

pH: escala en la que la levadura trabaja cómodamente es de 3.5 a 4.5 en la escala 0-14.
Levadura: Se usa la *Saccharomyces cerevisiae*, como buena productora de alcohol, trabaja bajo consideraciones anaeróbicas, produciendo alcohol y dióxido de carbono, hasta agotar la fuente de carbono y los nutrientes. Las condiciones óptimas para su desarrollo o para convertir el azúcar en alcohol, requiere una temperatura deseable de 33°C, concentración de azúcar total de



Ing. Quím. Víctor Nájera utilizando el equipo de Bioingeniería, de la Carrera de Ingeniería en Alimentos.

para determinar su rendimiento se citan a continuación:

Azúcares totales: son aquellos azúcares presentes en la solución de la miel, incluyendo los azúcares no fermentables.

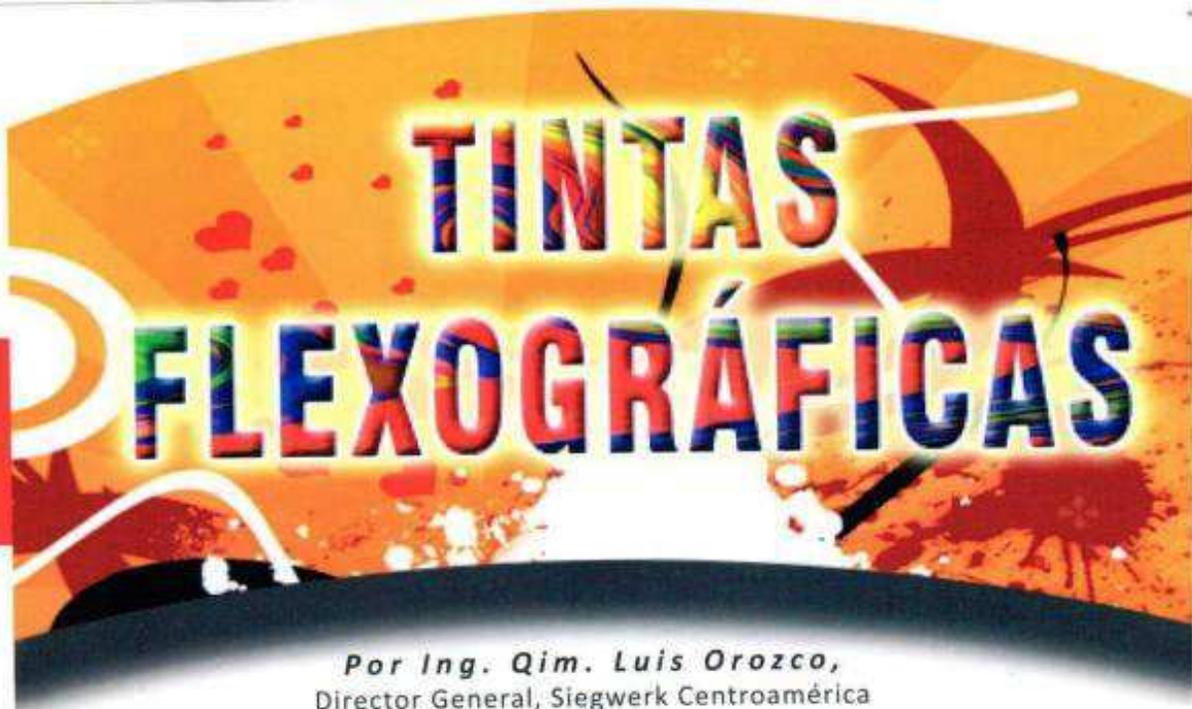
Azúcares residuales: son los azúcares que no se pueden convertir a alcohol. Siempre hay un bajo porcentaje de azúcar residual al final de la fermentación. En miel virgen pueden ser de 0.1 a 0.5%. En melaza es un valor mas alto que va de 0.3 hasta 1.5%. Debe recordarse que al inicio de una fermentación ya existe cierta cantidad de azúcar residual, la cual representa la porción que no es glucosa.

Sólidos totales: incluye todo lo que no es agua en una miel, incluyendo los azúcares que estén disueltos (sólidos disueltos) y los sólidos que permanecen en suspensión, como tierra, bagacillo, y varios más.

Azúcares no Reductores: La sacarosa es un azúcar no reductor, es por ello que antes de someterse a la fermentación se debe invertir utilizando ácido clorhídrico, en grado industrial, para que la sacarosa pueda ser invertida en monosacáridos o sea en glucosa, fructosa y xilosa, de la cual el azúcar utilizado en la fermentación y oxidada ante el reactivo de Fehling es la glucosa, mientras que la fructosa y xilosa son azúcares no fermentables y son reducidos por el reactivo de Fehling.

concentración de azúcar total de 140 a 16-18%, los nutrientes necesarios deben ser fuente de Nitrógeno como NH_4SO_4 o Urea, Azufre en forma de NH_4SO_4 o H_2SO_4 , necesita también sodio, calcio, potasio, magnesio, manganeso, cobre, hierro los cuales pueden ser inhibidores o venenosos. Se incluye en el presente artículo el equipo utilizado para hacer investigación en bioingeniería, específicamente en fermentación, por el equipo de investigación de la carrera de Ingeniería en Alimentos. Algunos temas que se tienen actualmente en proceso de investigación se ubican en los biocombustibles, preferentemente de almidones y productos lignocelulósicos.

1. DE WIKIPENDIA, la enciclopedia libre.
2. PRODUCCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE MELAZA, estudiantes X ciclo Ingeniería en Alimentos 2010. Edit. local.
3. EVALUACION DE TRES PRODUCTOS CEMERCIALES DE ENZIMAS INVERTASA EN LA PRODUCCIÓN DE MIEL INVERTIDA. De la Cruz Mora, Ana Patricia. Tesis Ingeniería en Alimentos 2008.
4. MANUAL PRÁCTICO DE FABRICACIÓN DE AZÚCAR DE CAÑA, MIELES Y SIROPES INVERTIDOS CON SU CONTROL DE TÉCNICO-QUÍMICO. López, F.A. 1948. 2ed. Habana, Cuba. Edit. Cultural S.A.
5. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA. De Wikipedia, la enciclopedia libre.
6. PRINCIPIOS DE QUÍMICA ORGÁNICA. Monzón, Sara Bastarrachea. Edición USAC. 1972
7. COMPARACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL. Tesis Doctoral. 1974 Ing. Quím. Rodolfo Espinoza



COMPONENTES DE LAS TINTAS FLEXOGRÁFICAS

Para muchos de ustedes la composición de una tinta flexográfica, resulta en muchos casos como una caja negra en la cual se desconocen los componentes y las funciones que cada uno de ellos realiza en la tinta.

Uno de los objetivos de esta información es mostrar los componentes de una tinta flexográfica y comparar su efecto en un sistema de rodillos y cuchilla invertida.

Una tinta flexográfica está formulada necesariamente por un Formador de Película que normalmente resulta ser la Nitrocelulosa, aunque no es el único formador de película como veremos más adelante, como segundo componente tenemos a una Resina Modificadora que bien pudiera ser poliamida, fumárica, etc., como tercer componente tenemos a los plastificantes y finalmente a los pigmentos. La suma de todos estos componentes a través de un proceso adecuado de fabricación nos dará como resultado una tinta para ser impresa mediante el sistema de Flexografía.

FORMADORES DE PELÍCULA

Había mencionado que uno de los componentes más importantes en la formulación de una tinta es el formador de película, su nombre nos está indicando claramente cual es su función dentro de una formulación, precisamente el de formar una película. De no existir este componente, en la tinta no existiría tampoco adherencia ni continuidad en la película, ni ninguna otra característica relacionada con la formación de la película en una tinta impresa.

Los más conocidos formadores de película en las tintas son: Nitrocelulosa, Etil Celulosa, Poliamidas en general, Hule Clorado y las Resinas Vinílicas.

De todos estos formadores de película, los

Por Ing. Qim. Luis Orozco,
Director General, Siegwerk Centroamérica

más usados actualmente son: la nitrocelulosa, la etil celulosa, las poliamidas y las vinílicas, el hule clorado por su alta solubilidad en hidrocarburos aromáticos no se utiliza normalmente en flexografía.

NITROCELULOSA

Por mucho, el formador de película más utilizado en la formulación de tintas, es la nitrocelulosa. Esta resina que actualmente es 100% de importación, es el rey de los formadores de película ya que presenta varias virtudes y pocos defectos. Dentro de las virtudes que podemos señalar son: transparencia, alto punto de fusión (termo resistencia), inerte, flexible cuando se plastifica adecuadamente y compatible con una gran variedad de resinas modificadoras, secado adecuado (fast solvent release), buena solubilidad en alcoholes y acetatos.

Las desventajas que la nitrocelulosa podría presentar son: Bajo Brillo. La nitrocelulosa por si sola no ofrece brillo, es necesario modificarla con otras resinas.

Flamabilidad. La nitrocelulosa durante su proceso presenta serios riesgos para la seguridad de las empresas fabricantes de estas tintas.

Para dejar a la nitrocelulosa, vamos a resumir brevemente: es una resina muy utilizada en las tintas de flexografía ya que es un excelente formador de película y tiene muchas virtudes y pocos defectos. Principalmente es de interés para ustedes el saber que la nitrocelulosa proporciona películas duras, flexibles, transparentes con alta resistencia a las temperaturas y una excelente compatibilidad con otras

resinas modificadoras.

POLIAMIDAS

Las resinas poliamidas son también formadoras de película que presentan como principal característica la de proporcionar adherencia o anclaje a las tintas que las contiene, al combinar nitrocelulosa y poliamida se obtiene una tinta con muy buenas características de brillo ya que si bien la nitrocelulosa no es una resina brillante, la poliamida si lo es, siendo esta otra característica importante y vital que presentan las poliamidas.

Podemos señalar como desventaja que el "solvent release" de las poliamidas es mucho menor que el de la N/C y su termo resistencia normalmente es baja. Para darnos una idea de las características de termo resistencia de una y otra resina les diré que la N/C presenta un punto de fusión superior a los 200 °C y las poliamidas en términos generales tienen un punto de fusión de 120 – 130°C. Podemos encontrar en el mercado algunas poliamidas con el punto de fusión más alto pero con el inconveniente del precio ya que las mismas son de importación.

Los otros formadores a los que nos hemos referido aquí como las resinas etil celulosa y las vinílicas se utilizan en formulaciones especiales o en casos particulares para mejorar las propiedades de secado o adherencia sobre sustratos muy especiales.

RESINAS MODIFICADORAS

Las resinas que se utilizan para modificar la N/C en las tintas de flexografía son las resinas maléicas solubles en alcohol y las resinas fumáricas.

Las resinas maléicas normalmente presentan alta solubilidad en hidrocarburos aromáticos pero existe un grupo de ellas con modificaciones químicas específicas que presentan alta solubilidad en alcohol y es este grupo de resinas maléicas solubles al alcohol las que se utilizan para modificar a la N/C proporcionando en la formulación fundamentalmente brillo y adherencia. Como ustedes podrán ver estas resinas tienen el inconveniente de producir un ligero color amarillento que "ensucia" sobre todo los tonos pastel de algunas tintas, otra característica inherente a ellas es la baja termo resistencia ya que su punto de fusión se encuentra en el rango de los 125- 135 C en el mejor de los casos.

RESINAS FUMÁRICAS

Esta familia de resinas es de aspecto físico muy

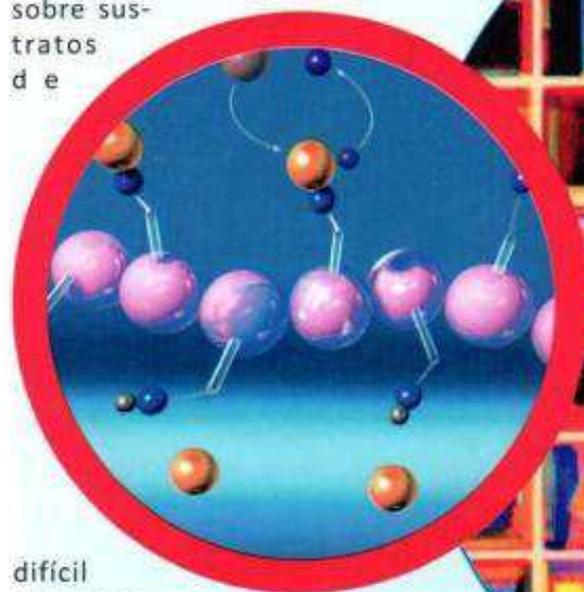
similar a las maléicas, presentando una excelente solubilidad con todos los alcoholes; presentan las mismas ventajas y también idénticas desventajas que las resinas maléicas descritas anteriormente.

PLASTIFICANTES

Los plastificantes son productos naturales o sintéticos, sólidos o líquidos y son los responsables de proporcionar a las películas de N/C flexibilidad.

Como ejemplo de los plastificantes naturales tenemos el Aceite de Ricino o "Castor Oil" y como ejemplo de los sintéticos el Trifenil Fosfato o el DOP (Dioctil Phtalato).

La ausencia o deficiencia de plastificantes en una tinta, producirá desprendimiento en el área de doblez, en los materiales impresos sobre sustratos de



difícil anclaje como polietileno, polipropileno, celofanes, etc.

Los desprendimientos de tinta durante las pruebas de arrugado, estrujado o "twist" son debidos también a la falta o deficiencia en el porcentaje de plastificante en una tinta.

Así, podemos concluir, que es de suma importancia que la cantidad y calidad del plastificante esté acorde con las expectativas que se tengan de su funcionamiento en determinados impresos.

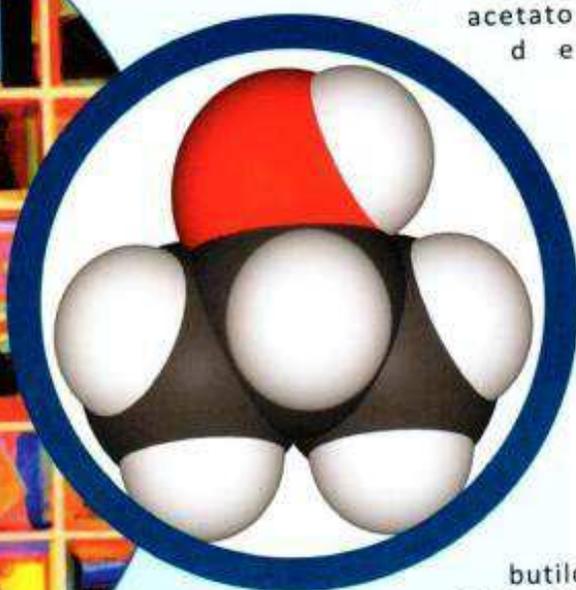
SOLVENTES

Estos productos y su selección están directamente relacionados con la viscosidad de las tintas flexográficas.

Los solventes son los responsables de proporcionar a las tintas de flexografía las características de fluidez, transporte y secado apropiados. Una mala selección de solventes nos representará por lo tanto problemas y dificultades en la fluidez, en el transporte y en el secado de nuestra tinta.

Los solventes que en la industria de flexografía más se utilizan son los alcoholes y los acetatos; y será en ellos que centremos nuestra atención principalmente. Como alcoholes tenemos: el etanol o alcohol etílico o alcohol desnaturalizado o alcohol industrial (74-78°C), el isopropanol (81-84°C) y el butanol (116-119°C), los números que aparecen enseguida del nombre de cada alcohol son las temperaturas de ebullición de cada uno de ellos.

Los acetatos tenemos: acetato de etilo (75-78°C), acetato de isopropilo (85-90°C) y acetato de



butilo
(122-128

°C).

Aquí está el primer punto importante de diferenciación de la formulación para las tintas de rodillos o tintas para cuchilla invertida.

Dado que el sistema más antiguo de estos dos resulta ser el sistema de rodillos la lista de solventes que ustedes pueden ver en esta figura está descrita para el sistema de rodillos, vamos a analizarlo detenidamente.

Se mencionan como alcoholes: el etanol y el isopropanol; como acetatos: acetato de etilo y acetato de isopropilo.

Se ha mencionado que son dos las familias de solventes utilizados en las tintas de flexografía y déjenme explicar por qué. La N/C de la cual hablamos anteriormente tienen una excelente solubilidad

en acetatos en general. Las poliamidas, las fumáricas y las maléicas solubles en alcohol presentan precisamente en alcoholes su mejor solubilidad, por tanto si queremos tener un sistema de solventes apropiado para nuestras tintas de flexografía es indispensable que reduzcamos nuestras tintas en máquina utilizando un par de solventes, esto es alcoholes principalmente pero también acetatos.

Quien pretenda utilizar única y exclusivamente alcoholes en sus sistema tendrá el problema de la solubilidad de la N/C en su tinta, manifestado con el aumento de viscosidad en sus tintas a través del tiempo. Así como un buen número de problemas y dificultades en la impresión debido principalmente a la falta de solubilidad del principal formador de película en el sistema de resinas en las tintas flexográficas.

Habíamos señalado que la selección de solventes es el primer punto de diferencia entre la formulación de tintas para rodillos y las nuevas formulaciones para máquinas de alta velocidad con rasqueta invertida o con sistemas de doble rasqueta.

SISTEMA DE RODILLOS

En este sistema, se cuenta con un rodillo dosificador de tinta sumergido en el tintero que se ecarga de recoger la tinta y transferirla a un rodillo dosificador o anilox; la presión entre uno y otro regula la cantidad de tinta que el rodillo anilox habrá de transferir a la placa de hule o de fotopolímero.

La tinta depositada en la superficie de la placa, es transferida al sustrato mediante la presión del cilindro porta-placa y el rodillo contra.

La cantidad de tinta que se transfiere entre un rodillo y otro, es un volumen importante, no teniendo otro medio de dosificación que las presiones entre rodillos, lo que se traduce finalmente en un depósito alto de tinta.

CUCHILLA INVERTIDA

A diferencia del sistema convencional, el control de la cantidad de tinta suministrada a la placa se realiza mediante el razado de una cuchilla que no permite la transmisión de más tinta que el volumen de las celdas del anilox grabadas. Por tanto, dicho volumen de tinta es notablemente menor que en el caso anterior.

Si utilizáramos los solventes tradicionales en este sistema, al ser el depósito de tinta tan pequeño, el volumen de solvente a evaporar también muy bajo y la película de tinta se secaría en el anilox tapándolo

y evitando el adecuado transporte de tinta. También se secaría la tinta sobre la superficie de la placa, obteniendo con esto, impresión deficiente sobre el sustrato.

Es necesario por tanto, trabajar con solventes "lentos", esto es: en lugar de Alcohol Etilico (74-78 C) y Alcohol Isopropilico (81-84 C), debemos utilizar Alcohol Butílico (116-119 C) y hablando de Acetatos, en lugar de Acetato de Etilo (75-78 C), debemos utilizar Acetato de Isopropilo (85-90 C) o también Acetato de Butilo (122-128 C).

Es posible que para cada caso en particular, sea necesario una mezcla adecuada de solventes "lentos" esto es: podríamos pensar que en Alcohol Butílico como la base de nuestro solvente a evaluar y Acetato de Butilo o Isopropilo, dependiendo cual nos ofrezca mejores características de secado.

Es importante no olvidar que para la dilución de las tintas flexográficas, debemos contar con la presencia de alcoholes en una proporción de 70-80 C y acetatos en una proporción de 20-30 C, sea cual sea la mezcla que decidamos utilizar y mantener dicha mezcla no solamente en la preparación de la tinta al inicio del tiro sino continuar manteniendo la viscosidad con la misma mezcla de solventes.

PIGMENTOS

Uno de los componentes más importantes en la formulación de tintas flexográficas son los pigmentos, éstos son los responsables de proporcionar a la tinta color, transparencia, opacidad, resistencia química, resistencia a la luz, etc. También son los responsables en gran medida del costo de una tinta. Los pigmentos pueden ser:

INORGANICOS como por ejemplo: Amarillos Cromos, Naranja Molibdato, Azul de Fierro, Negros de Humo, Blancos Opacos (Titanios), Extenderes, etc.

ORGANICOS Amarillo Diarilida, Rojo Lithol, Rojo 2B, Rubí Lithol, Azul y Verde Ftala, Tungsto-Molibdatos, etc.

La apariencia física de los pigmentos, es de polvos ligeros con alta capacidad de pigmentación. Estos materiales al ser incorporados en las tintas deben ser previamente molidos, utilizando algún equipo industrial para la reducción de su tamaño, existiendo en el mercado molinos de perlas, de balines, de bolas, molinos tricilíndricos y molinos bicilíndricos o de dos rodillos siendo estos últimos los más apropiados en la molienda de tintas para flexografía obteniendo

de ellos los famosos "Chips".

Los pigmentos apropiados para una selección de color de alta calidad deben ser transparentes y "limpios" a fin de lograr una reproducción fiel de nuestros originales.

Sin embargo, en otras aplicaciones no buscamos transparencia sino opacidad esto se presenta generalmente cuando trabajamos "plastas" de uno o varios colores. Es muy importante que tengamos claro el concepto de opacidad y transparencia a fin de lograr una correcta comunicación con nuestro fabricante de tintas y obtener la pigmentación son francamente cubrientes y tienden a desaparecer.

Hablando de pigmentos cubrientes u opacos tenemos los CROMATOS: Amarillo Primoroso, Amarillo Medio y Naranja Molibdato. Esta familia de pigmentos son francamente cubrientes y tienden a desaparecer.

En su lugar los fabricantes de tintas, estamos trabajando con las substituciones de pigmentos orgánicos como los Amarillos Diarilida y los Hansa. Encontrando algunos problemas debidos básicamente a la transparencia de estos últimos y a su gran diferencia en peso.

Una vez definidos resinas, solventes y pigmentos pasemos a ver la diferencia en el contenido de estos últimos en las formulaciones para cuchilla invertida.

En las tintas convencionales para sistemas de rodillos la cantidad de pigmento formulado es relativamente bajo, debido al alto depósito de tinta en estos sistemas. Por el contrario en las formulaciones para cuchilla invertida es necesario considerar entre un 20-40% de pigmento adicional, debido esto al bajo depósito de tinta presentado en las nuevas máquinas equipadas con cuchilla invertida o con doble cuchilla invertida.

Podemos concluir que la diferencia básica de formulación en tintas flexográficas para máquina de rodillos o cuchilla invertida estriba en dos puntos fundamentales:

SOLVENTES: Debiendo utilizar para este último sistema, "Solventes Lentos".

PIGMENTOS: La pigmentación para los novedosos sistemas de cuchilla invertida debe ser mayor, lo que redundará en una mejor calidad de impresión y un menor consumo en tintas.

Esperamos que la anterior información sea de su utilidad.



HOMENAJE AL INGENIERO QUÍMICO ÓSCAR AVENDAÑO ARENAS, PERSONAJE A QUIEN LA JUNTA DIRECTIVA COMO UN RECONOCIMIENTO A SU TRAYECTORIA PROFESIONAL, DEDICA ESTE NÚMERO DEL ÓRGANO DIVULGATIVO DEL COLEGIO DE PROFESIONALES DE LA INGENIERÍA QUÍMICA, ALIMENTOS, MEDIO AMBIENTE Y AGROINDUSTRIA.

*Por: Ing. Qco. M.Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo
e-mail: vicnajto@yahoo.com*

No cabe duda que hay personajes que quedan grabados en nuestro subconsciente increíblemente. Uno de esos personajes es el Ing. Óscar Avendaño Arenas. Recuerdo como que fuera ayer cuando el Ing. Avendaño nos empezó a dar el curso de Diseño de Equipo, curso final de la carrera de Ingeniería Química de la USAC. En esos momentos él trabajaba en el ICAITI, en donde desarrollaba trabajos de estudio y desarrollo de la industria Centro Americana y seguramente parte de su docencia era el trabajo que desarrollaba a diario en esta institución.

Era la última clase que recibíamos en ese miércoles de ese primer semestre de ese año cuando el Ing. Óscar Avendaño Arenas empezó la clase describiéndonos un proceso sobre la fabricación de Cloro (Cl₂), la verdad que en esos momentos no hubiera querido que finalizara el periodo, nos hizo un diagrama del proceso, hizo balances de materia y energía, concluyendo en los aspectos financieros del proceso. A ese personaje que nos dejó tan gratamente impresionado, tengo

la oportunidad de presentárselos, como un reconocimiento a una trayectoria especial de dedicación y enaltecimiento al investigador, al docente, al Ingeniero Químico, además, a propuesta propia la junta directiva de este colegio tiene el gusto y el honor de dedicarle la presente edición de el órgano divulgativo del Colegio de Ingenieros Químicos. Para llevarles a Ustedes al conocimiento del personaje, a quien le presentamos nuestro reconocimiento, desarrollamos una entrevista, que a continuación trasladamos:

-M, ¿que era el ICAITI?

El ICAITI, fue el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial en el cual cultivamos amistades que perduran y otras, ya fallecidas, que guardamos muy gratos recuerdos. El instituto se identificó con varias áreas de investigación relacionadas con el desarrollo de proyectos técnicoeconómicos vinculados con recursos renovables y no renovables de la



región centroamericana.

-M, dentro de los tantos procesos que desarrolló ICAITI en Guatemala y Centro América, ¿cuántos de ellos fueron hechos realidad, es decir cuántos montaron y entregaron llave en mano?

No tengo idea de la cantidad de proyectos que se desarrollaron, puesto que las áreas de trabajo en investigación y tecnología aplicada del instituto se relacionaban con varios temas, como: a) la agroindustria; b) la biotecnología; c) los textiles; d) Productos de madera; e) las normas y especificaciones; f) la asesoría industrial; g) los estudios

de factibilidad; h) la geología y mineralogía; i) la extensión del conocimiento; j) estudios relacionados con tecnología y ciencia de los alimentos; y, otros.

Puedo dar fe, de algunos proyectos en los cuales participé directamente, como el diseño de plantas agroindustriales e industriales relacionadas con el proceso de obtención de aceite de higuera; la refinación de sal de mesa; fabricación de ladrillos tubulares; elaboración de briquetas de carbón; elaboración de puré de banano; procesos de frutas tropicales; mejoramiento de procesos de deshidratación de frutas tropicales; frigo-conservación en centrales hortofrutícolas, y otros relacionados con la industria del café.

-M, la palabra consultor aún hoy en día, me parece poco utilizada, fue Usted de los primeros consultores no solo a nivel de producción sino a nivel de gerencia, tanto en la industria como en instituciones de servicio Público y Privado. ¿Qué opinión le merece ser un consultor?

Desde el año de 1972, me convertí en un consultor independiente, y continúo dentro de ese concepto. He sido consultor para varias empresas, corporaciones financieras, bancos, organizaciones internacionales de cooperación, institutos de investigación y capacitación, y ministerios y dependencias estatales.

Ser consultor requiere de contar con muchas experiencias de la vida diaria y de trabajo, puesto que la consultoría implica, generalmente, determinar las causas que deben analizarse para encontrar soluciones a problemas específicos en distintos ámbitos de las actividades

diarias. En el caso de la ingeniería química, la mayoría de problemas se relacionan con los procesos, pero también pueden presentarse dentro del sistema del concepto de comercialización, el cual incluye desde la idea del producto hasta la utilización por el cliente final. Sin descartar que, muchos problemas, surjan como consecuencia de errores o actitudes humanas previstos o no en las planificaciones de base.

En ese sentido, dedicarse a la consultoría requiere de estudio y actualización continua, saber precisar los tiempos y los costos que conlleva, saber discernir cuando requerir el apoyo de otras personas para la solución de los problemas o mejoras requeridas por el sistema.

La consultoría se diferencia de la asesoría, en términos de que la consultoría responde a soluciones puntuales y la asesoría a concepciones generales, a ese respecto la Organización Internacional del Trabajo -OIT-, cuenta con sendas publicaciones sobre los dos temas.

-M, ¿Qué opinión le merece la enseñanza de la Ingeniería Química?

Algunos libros que describen la historia del surgimiento de las ingenierías, indican que en su inicio solo había dos tipos de ingenieros los civiles y los militares, a medida que los procesos de utilización de los recursos naturales se fueron proliferando, los ingenieros civiles y los militares fueron siendo contratados en las nuevas iniciativas, y poco a poco se les presentaban problemas que requerían de su iniciativa, imaginación e innovación. Así fue frecuente que los ingenieros llevaran diarios de apuntes en donde anotaban fórmulas, dibujos y

resultados de sus experiencias relacionados con los diferentes procesos en donde estaban involucrados, de esa manera fueron surgiendo los primeros manuales que luego se identificaron como guías técnicas en lo que se conoció como industria de la construcción; industria mecánica; industria forestal; industria textil; industria agropecuaria; industria de alimentos; industria electromecánica; industria química.

En la actualidad, de esas disciplinas se han derivado otras como las industrias relacionadas con la biotecnología, la electrónica, la petroquímica, la biogenética, la biomédica, etc.

A ese respecto, es posible que la ingeniería química, tal como la conocemos en Guatemala, sea muy distinta en otros países en donde se ha evolucionado en diferentes materias relacionadas con la fabricación de bienes y el desarrollo de procesos de producción.

Por ejemplo, algunos de los equipos que funcionan en los hospitales para hemodiálisis, y el pulmón artificial, fueron en principio pensados y construidos por ingenieros químicos. También, en el área de la computación algunos de los pioneros, de la corporación Rand, después de la segunda guerra mundial, fueron ingenieros químicos.

Es decir, el conocimiento y las aplicaciones no están supeditados a un área específica relacionada con una palabra que distingue a un tipo de ingeniero de otro. Los conocimientos generales de todas las carreras de ingeniería son prácticamente los mismos, la matemática, física y química, y son otros cursos específicos los que van haciendo la diferencia profesional. Pero nada limita a cualquier ingeniero a profundizar

...continúa en la página 19

M E D E

M O L A B O



FOTO 1

- 1975 : Introducción del Contaminantes Industriales Químicos de la USAC.
- 1990's : Boom de "análisis ambiental"
- 1990's : Los "Estudios de Impacto Ambiental"
- 2000-2006 : Surgen conceptos de "Ingeniería y "gestión ambiental"



FOTO 2



FOTO 3



FOTO 4

Junta Directiva CIQG 2008-2010, de izquierda a derecha: Ing. Víctor Nájera, Prosecretario; Ing. Óscar Martínez, Secretario; Inga. Arminda Zeceña, Vicepresidenta; Ing. Luis Orozco, Presidente, Ing. Ronal Herrera, Tesorero.



Esta junta directiva tomo posesion el 13 de Agosto de 2008

□ A la fecha se han realizado 28 sesiones ordinarias de Junta Directiva

□ Se han colegiado 176 profesionales de las diferentes carreras que se agremian en el CIQG:

- 1 Ingeniero Ambiental
- 137 Ingenieros Químicos
- 10 Ingenieros Químicos Industriales
- 18 Ingenieros en Alimentos
- 10 Ingenieros Agroindustriales

□ En el mes de Septiembre 2008 se impartió la Conferencia "Enseñanza del Manejo Ambiental en el Pensum de Ingeniería Química" dictada por el Dr. Rodolfo Espinosa (foto 1). Se contó con la asistencia de los alumnos del último año de las universidades donde se imparte la carrera de Ingeniería Química, esto con el fin de acercarnos a los futuros profesionales (foto 2).

□ Se juramentó a los nuevos colegiados en tres ocasiones (foto 3) contándose con la presencia en estas ceremonias de: Ing. Murphy Paiz – Decano de



la Facultad de Ingeniería de la USAC; Ing. Álvaro Zepe- da - Decano de la Facultad de Ingeniería de la URL; Ing. Williams Álvarez Mejía - Director de Escuela de Ingeniería Química de la USAC, Inga. Anabela López Lobos - Directora de Escuela de Ingeniería Química de la URL e Ing. Gamaliel Zambrano - Director de Escuela de Ingeniería Química de la UVG (foto 4).

1. Noviembre 2008, se impartió la charla *"El Profesional que necesitamos"* dictada por el Ing. Luis Orozco

2. Agosto 2009,
3. Mayo 2010

En estas ceremonias se impartió la charla *"La Versatilidad del Ingeniero Químico"*; la primera vez fue dictada por el Ing. Víctor Nájera y la segunda por el Ing. Antonio Medrano.

□ Se llevó a cabo el Convivio Navideño para todos los colegiados con rifas, baile y una succulenta cena (fotos 5, 6: JD, 7).

□ **CONVIVIO 2009**, se hizo entrega de Plaquetas de Reconocimiento por la Acreditación a los directores de las escuelas de Ingeniería Química, de la Universidad de San Carlos de Guatemala y Universidad del Valle de Guatemala (foto 8) y se entregó uniforme al Equipo de Fútbol del Colegio (foto 9).

□ El 4 de Febrero del 2010 se impartió la Conferencia *"uso del software en la enseñanza de la ingeniería química"* por el Ing. Antonio Medrano (foto 10).

□ Se implementó que los convenios de pago que los ingenieros inactivos realicen para ponerse al



FOTO 5



FOTO 6



FOTO 7

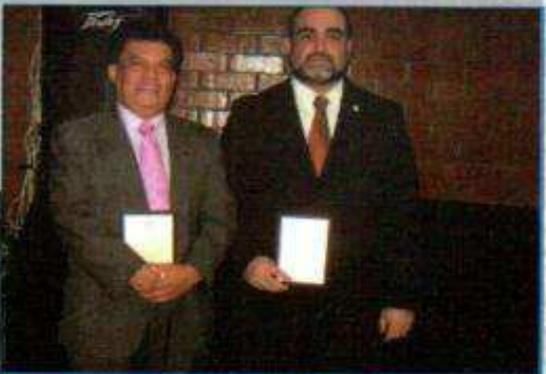


FOTO 8



FOTO 9



FOTO 10



FOTO 11



FOTO 12



FOTO 13

día, se haga únicamente por medio de visa-cuotas para evitar que las cuentas por cobrar se sigan acumulando.

□ En Marzo 2009 se remodelaron los baños del 2do. nivel del edificio de profesionales conjuntamente con el Colegio de Ingenieros Agrónomos pues los mismos estaban muy deteriorados.

□ Se habilitó nuevamente la Página Web del Colegio. Ésta página cuenta ahora con la opción de cada colegiado pueda tener acceso a la misma para revisar su estado de cuenta y modificar sus datos personales.

□ Se inició nuevamente la edición y publicación de la Revista del Colegio. Ya fueron distribuidos 3 ejemplares y el presente es la 4ta. edición (foto 11).

□ Durante la gestión de esta junta se ha brindado apoyo por medio de 2 donativos a la asociación de estudiantes de Ingeniería Química –ESIQ 2009 y 2010-.

□ Se cambió el equipo de computación de la Administración del Colegio y se adquirió un servidor para mejor protección de la base de datos (foto 12).

□ Se dictaron las Conferencias “Tipos de Empaques para Alimentos” y “Elaboración de Bases de Margarina” en Mazatenango en la sede del CONSUM impartida por el Ing. Luis Orozco e Ing. Ronal Herrera respectivamente a los estudiantes del último año de Ingeniería en Alimentos.

□ El 16 de Octubre 2008, se impartió la Conferencia “Six Sigma” dictada por el Ing. Antonio Medrano (foto 13). Se contó con la asistencia de colegiados activos.

□ En el mes de Febrero 2009 se le hizo entrega conjuntamente con la Asamblea de presidentes de los colegios profesionales de “la medalla de honor al merito profesional” al Ing. Carlos Alberto Ramos Alavedra (foto 14).

□ El 16 de marzo 2009 el Tribunal Electoral de Colegio llevó a cabo la elección de 147 electores para elegir Decano de la Facultad de Ingeniería de la USAC y el 20 de Abril 2010 la elección de 5 electores para la elegir de rector de la USAC

siendo esta ultima la primea vez que se abre sede electoral en Mazatenango, Suchitepez para darles oportunidad de participacion a los colegiados residentes en el suroccidente del pais.

☐ Se le ha dado apoyo económico y se compró uniformes al Equipo de Futbol del Colegio y de la misma manera al Equipo de Papyfutbol.

☐ Se brindó apoyo logístico al **Congreso de Ingenieras y Arquitectas** que se llevó a cabo en las instalaciones del edificio de los Colegios Profesionales como preparacion para el **IX Encuentro Iberoamericano de Mujeres Arquitectas, Ingenieras y Agrimensoras** el cual se realizó en Loja, Ecuador en Noviembre 2009. A este encuentro asistió como representante del Colegio la Inga. Arminda Zeceña de Rossal -Vicepresidenta-.

☐ Durante los 2 años de gestión se participó en el **Programa Cívico Permanente del Banco Industrial**, atendiendo la invitación de esa institución para que dos de nuestros profesionales (uno cada año) tuvieran el honor de izar el pabellon nacional en representación de nuestro Colegio; siendo ellos: **Año 2009, Ing. Julio Roberto Morataya; Año 2010, Inga. Arminda Zeceña de Rossal**, quienes recibieron el distintivo de "**Ingeniero Químico del año**", respectivamente (foto 15 y 16).

☐ En la celebración del Día del Ingeniero Químico (22 de mayo de 2009) se premió a los 2 mejores estudiantes de cada una de las carreras de Ingeniería Química, Alimentos y Agroindustrial que se imparten en las universidades del país y centros regionales de la USAC.

☐ También se reconoció la trayectoria profesional de los colegiados que durante este período (2008-2010) llegaron a sus **Bodas de Plata** (25 años) de colegiacion activa (foto 17 y 18).

☐ Se llevó a cabo dos celebraciones familiares por el Día del Ingeniero Químico. Los colegiados pudieron venir acompañados por sus familiares y disfrutaron de actividades deportivas y recreativas (foto 19, 20 y 21).

☐ Se han tenido reuniones con los representantes de nuestro Colegio y el Colegio de Ingenieros de Guatemala ante el Consejo Superior Universitario: Ing. Herberth Miranda, y antela Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería: Ing. Miguel Ángel Dávi-



J
D
2
0
0
8
-
2
0
1
0



FOTO 19



FOTO 20



FOTO 21



FOTO 22



FOTO 23

la.

□ En dos ocasiones se ha visitado la Radio Universidad para participar en el programa de radio de la Facultad de Ingeniería de la USAC.

□ El día 26 de junio 2009 se impartieron las Conferencias "*Desafíos de la Producción de Biocombustibles en América Latina*" y "*Herramientas para evaluar las tendencias hacia el Desarrollo Sostenible*" dictadas por los doctores Jesús René Pin Alonso y Eduardo López Bastida de la Universidad Cienfuegos de Cuba (foto 22 y 23).

□ Se tuvo participación en la celebración de los "*70 años de Creación de la Carrera de Ingeniería Química en Guatemala*", en esa ceremonia se hizo entrega de *Placa Conmemorativa* como reconocimiento especial a los fundadores de la carrera además se editó un documento donde se cuenta la historia de cómo fue creada, por quienes, y los primeros graduados de la carrera en Guatemala y los que se incorporaron a la misma en la USAC (foto 25).

□ El 2 de Diciembre 2009 la Asamblea de Presidentes de los Colegios Profesionales llevó a cabo la *Noche de Gala* donde a través de la Comisión de Arte y Cultura realizaron la apertura del Libro de Oro en donde se reconoce la trayectoria artística de los profesionales. Nuestro Colegio nombró como su representante al Ing. Roberto Barrios, colegiado No. 106 (foto 24).

□ Se encuentra en proceso la firma de, una Alianza Estratégica entre el CIQG y la Facultad de Ingeniería de la USAC, para revisar el Pensum de Estudios según solicitud del Ing. Murphy Paíz Recinos, Decano de la Facultad de Ingeniería de la USAC con los siguientes objetivos:

- Revisión Curricular del Pensum de la Carrera de Ingeniería Química en la Facultad de Ingeniería de la USAC.

- Formación del Consejo de Enseñanza Continua con el apoyo de la Facultad de Ingeniería de la USAC.

- Coordinar congresos, capacitación y formación extra-curricular

- Canalizar ayudas para el desarrollo curricular y formación del profesional egresado.

- Cooperación en el desarrollo y mantenimiento

de la acreditación de la carrera.

□ Manual de Procedimientos administrativos del colegio. Se elaboró el Manual de Organización del CIQG y Manual de Normas y Procedimientos del CIQG (foto 26).

□ Cumplimiento de obligaciones tributarias. Esta Junta Directiva en su gestión logró lo siguiente:

■ Hasta el mes de Febrero del 2010 el CIQG tenía bloqueado el Número de Identificación tributaria como consecuencia de no haber presentado declaración del impuesto sobre la renta y del impuesto al valor agregado, por lo que se presentaron dichas declaraciones, logrando con esto el desbloqueo del NIT del colegio, lo cual permitió que se hicieran las diligencias pertinentes para la solicitud de la resolución de exención de impuestos y de la inscripción como entidad exenta.

■ El presidente de la Junta Directiva del CIQ, Ing. Luis Orozco, participó en todas las actividades desarrolladas por la Asamblea de Presidentes de los Colegios Profesionales, especialmente como miembro de la Comisión de Construcción y durante su período se llevó a cabo la remodelación de los salones "Dr. Julio César Méndez Montenegro" y "Dr. Saúl Osorio Paz", 9no. y 1er. nivel del edificio respectivamente, reparación de área de estacionamiento del parqueo superior, jardinización del área verde, recolección de ayuda para damnificados por sequía en el corredor seco, recolección de ayuda para damnificados por erupción de Volcán Pacaya y Tormenta Ágatha.

■ También durante este período, conjuntamente con la Comisión de Gestión y Riesgos de la Asamblea de Presidentes, el personal del CIQG participó en la implementación de un programa: "Que hacer en caso de una Emergencia", el cual incluyó un simulacro de evacuación, un entrenamiento básico en primeros auxilios y control de incendios (foto 27).

□ Agradecimientos al personal Administrativo del CIQG, quien estuvo con nosotros apoyando todas estas actividades. Foto 28: De izquierda a derecha: sentadas: Verónica Jeaneth Jiménez Coronado (Secretaria); Silvia Adela Del Valle de León de Búcaro (Administradora); Parados: Francisca Guzmán Álvarez (mantenimiento); Jorge Obdulio Estrada Reyes (Contador); Andrés Tzoc (mensajero-cobrador).

FOTO 24



FOTO 25



FOTO 26



FOTO 27



FOTO 28



J
D
2
0
0
8
-
2
0
1
0

viene de la página 11...

en otros campos sobre la base de sus conocimientos generales.

Quiero decir con esto que, en mi opinión, la enseñanza de la ingeniería química en nuestro medio debe mantenerse de acuerdo con la tecnología

que se aplica en las industrias tradicionales, que son por el momento la fuente de trabajo para los egresados. Sin embargo, con maestrías y/o cursos de postgrado deben considerarse la adaptación e innovación de tecnologías que puedan constituirse en mejoras para los procesos actuales y en el desarrollo de otros que propicien mayores beneficios para la sociedad y la economía. Considero que ese debe ser una de las funciones del Colegio de Ingenieros Químicos de Guatemala, velar porque el nivel académico de las carreras universitarias relacionadas con la ingeniería química se mantenga, dentro de las calidades de países que estén a la vanguardia en esas disciplinas, para facilitar la homologación de profesionales que migren por continuar estudios o por relación de trabajo.

También, es importante que, en la medida de las posibilidades, haya ingenieros químicos que contribuyan en la creación de nuevas empresas para fomentar fuentes de trabajo y nuevas inquietudes ocupacionales, para contribuir en la disminución del desempleo, y la generación de bienestar en todas las comunidades del país.

- **M, ¿Qué le parece que hoy no tengamos representante del Colegio ante el CSU de la USAC?**

Es un puesto que no se si conviene o no considerar. Yo fui el último representante oficial

del Colegio de Ingenieros Químicos de Guatemala ante el Consejo Superior Universitario, estuve como miembro desde 1976 a 1979, la persona que me debía sustituir no continuó. Los miembros del Consejo concluyeron en que no debía existir un representante del Colegio de Ingenieros Químicos de Guatemala, en el Consejo Superior Universitario, puesto que la carrera de Ingeniería Química no tenía una facultad específica, y que solo las facultades con decano, catedráticos y alumnos debían tener sus representantes.

Ahora el Colegio y los demás, relacionados con la ingeniería, cuentan con ingenieros egresados de diferentes universidades, y, los intereses, del nivel profesional, son más amplios en términos de todas las universidades, que únicamente los intereses de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Considero, si eso es posible, que una instancia como el Consejo de Enseñanza Superior debería ser en la actualidad un ente con mayor interés de los Colegios, con relación a la calidad de los estudios universitarios, en función de las aplicaciones profesionales que tiendan hacia el desarrollo económico y social; en ese sentido la Universidad de San Carlos es, en mi opinión, una institución más dentro del sistema universitario de la enseñanza superior.

- **M, ¿Qué le parece el crecimiento de nuestra industria?, ¿Cómo esta nuestra profesión en la Industria?**

En mi opinión, la industria guatemalteca ha tenido muy poca evolución, en el tema de la generación de empleo formal, las cifras de afiliados al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, no han

crecido mucho desde los años de 1971 (único censo industrial).

Los puestos de trabajo en las industrias se reparten entre los egresados de otras ingenierías, y en las pequeñas empresas los puestos los ocupan técnicos egresados de colegios e institutos del ciclo educativo diversificado (secundaria).

La falta de puestos de trabajo, en el sector industrial tradicional relacionado con la ingeniería química, ha obligado a continuar estudios de complemento, como maestrías, cursos libres y diplomados, para acceder a puestos de trabajo relacionados con temas de otras especialidades, como: el medio ambiente, la agroindustria, los recursos humanos, y las organizaciones no gubernamentales.

- **M, ¿Qué nos diría para terminar con esa entrevista?**

En primer lugar deseo agradecer el sentimiento de amistad y atención que me han mostrado la mayoría de personas que tuve como alumnos. Es muy satisfactorio saber, que además de haber sido un facilitador de temas de estudio obligatorio de la carrera, logré influir de manera personal en la forma de ser de algunos de ustedes.

Tengo la plena confianza en que los estudiantes y egresados de la carrera de ingeniería química, van a constituirse en innovadores de procesos que beneficiarán a la mayoría de la sociedad guatemalteca en su lucha contra la pobreza, la protección y mantenimiento del medio ambiente, con lo cual se propiciará el desarrollo integral de los recursos del país y el uso adecuado de los mismos.

DATOS GENERALES

Nombre: Oscar Avendaño Arenas
Lugar y fecha de Nacimiento: Guatemala, 4 de febrero de 1941
Profesión: Ingeniero Químico
Estado Civil: Casado
Tel/Fax: 24354939; Tel: 24354944; Celular: 59033613
e-mail: oaa@intelnet.net.gt
oaa2005@gmail.com

ESTUDIOS

1962-1966 Ingeniería Química Universidad de San Carlos de Guatemala

CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN

1994 Curso para Asesor Promotor de Formación Profesional, Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional -DSE

2004-2005 Diplomado en Teología Política, Universidad Luterana Salvadoreña y Conferencia de Iglesias Evangélicas de Guatemala, Universidad Martín Luther King de Nicaragua

EXPERIENCIA LABORAL

(1988 - 1997) Coordinador Nacional del Proyecto Fomento de la Formación Técnica y Profesional. Ministerio de Educación de Guatemala - Misión Técnica Alemana GTZ.

(1979 - 1983) Técnico en Proyectos I; Director Técnico del Departamento de Evaluación de Proyectos; Director Técnico del Departamento de Ejecución de Proyectos. Corporación Financiera Nacional -CORFINA-

(1973 - 1988) Docencia, Administración e Investigación Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala, y, Universidad Rafael Landívar.

(1968 - 1972) Ingeniero de Proceso

(Refinación de Petróleo). Texas Petroleum Company (TEXACO).

(1965 - 1968) Gerente de Control de Calidad. DURALUX, S. A. (RAY-O-VAC).

CONSULTOR INDEPENDIENTE

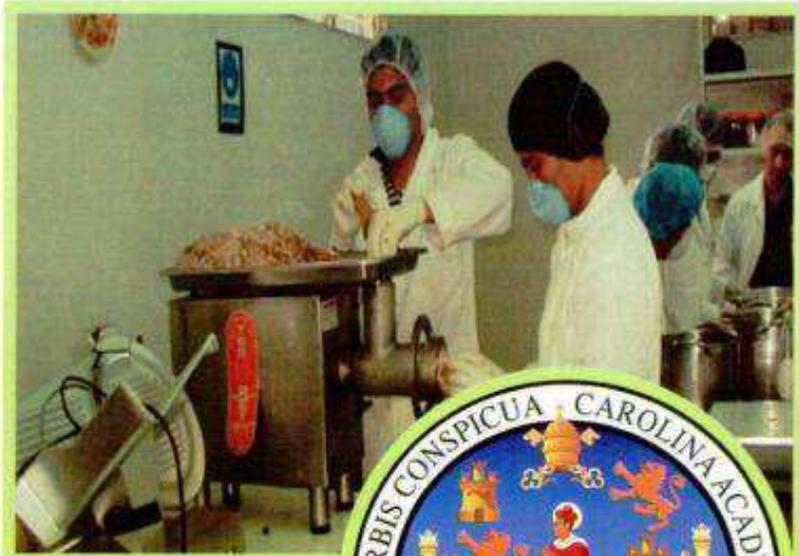
- Elaboración de 15 perfiles de proyectos agroindustriales para el Ministerio de Economía de Guatemala.
- Evaluación (Balance de masa y Energía), del proceso de producción de azúcar del Ingenio La Unión.
- Estudio de factibilidad de procesadora de alimentos y comidas rápidas.
- Estudio de factibilidad de la planta de crianza, engorde y procesamiento de carne de cerdo, de la Cooperativa Chugüilá, en el Cantón
- Chupol, El Quiché, Guatemala.
- Propuesta de organización de un sistema de empresas comunitarias asociativas. Proyecto RLA/86/004, PNUD.

vine de la página 03...

tran para contribuir al desarrollo de la agroindustria nacional, mediante la ejecución de programas de docencia, investigación, extensión y servicio en el campo de la agroindustria, entendida ésta como la actividad económica dedicada a la producción de materias primas orgánicas, su procesamiento y/o la comercialización de sus productos.

El ingeniero agroindustrial egresado de la carrera está capacitado para dirigir empresas agroindustriales que procesan materias primas de origen agrícola, pecuario, pesquero o forestal, para elaborar proyectos de implementación de complejos industriales y para dirigir proyectos de investigación tendientes a aprovechar materias primas, desechos agropecuarios o subproductos industriales y para supervisar el manejo de las materias agropecuarias para prevenir su

deterioro, y optimizar su aprovechamiento. Actualmente, se han graduado alrededor de 70 Ingenieros Agroindustriales a nivel de licenciatura y varios cientos de Técnicos en Procesos Agroindustriales y se encuentran ubicados en las diferentes industrias de Escuintla que procesan materias primas de origen orgánico, especialmente, aquellas dedicadas al procesamiento de aceites, grasas, azúcar, café, leche y derivados, jabones y detergentes. Asimismo, las que se dedican al cultivo y procesamiento de materias pri-



mas de origen agrícola, pecuario, pesquero, forestal y procesamiento de alimentos vegetales productos cárnicos, fibras textiles, alcoholes y cerveza e ingenios azucareros.

USO DE SOFTWARE LIBRE EN LA ENSEÑANZA Y LA PRÁCTICA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA P A R T E I I

Ing. Qco. Antonio Medrano

Consideraciones en el uso de software libre en la enseñanza

Se tratará a continuación de presentar las consideraciones en el uso de programas informáticos, tanto libres como propietarios, así como el impacto que tales herramientas tienen en los procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente en la educación superior.

Ventajas

Existen enormes ventajas en el uso de computadoras y tecnología en la enseñanza y actualmente existe una gran cantidad de trabajos de investigación que han sido realizados en centros educativos superiores alrededor del mundo donde se han comparado los enfoques tradicionales de enseñanza con los métodos que hacen uso de herramientas informáticas. Dichos estudios presentan las siguientes ventajas:

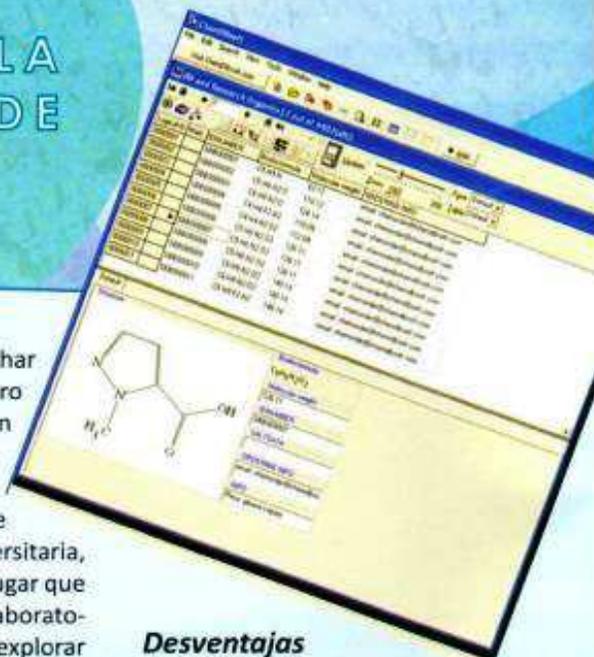
- **Visualización:** En ciertas áreas de conocimiento, especialmente en las ciencias básicas, por ejemplo matemáticas, geometría y trigonometría, cálculo, química, mecánica, etc, muchas veces se requiere que los estudiantes puedan visualizar conceptos que involucran relaciones en el espacio y en el tiempo. Los recursos tradicionales quedan limitados a simples imágenes estáticas en 2 dimensiones. El uso de las computadoras con el software apropiado, se extiende mucho más allá de los recursos tradicionales permitiendo que los conceptos puedan ser presentados en forma dinámica y tridimensional, agregando la facilidad de realizar cambios rápidamente lo que permite entender mucho mejor tales conceptos.

- **Experimentación:** Basado en la característica de los sistemas informáticos de permitir realizar cambios en los modelos en forma rápida y sencilla, los estudiantes pueden explorar y experimentar haciendo cosas que con los sistemas tradicionales no harían por el tedio y la complejidad de rehacer cálculos y diagramas en forma manual. El uso de software libre permite

que el estudiante pueda aprovechar esta ventaja no solamente dentro del campus universitario sino en cualquier lugar donde se encuentre dado que no existen restricciones para la instalación y uso de los programas libres. El aula universitaria, la casa del estudiante o cualquier lugar que se elija, puede convertirse en un laboratorio para experimentar, descubrir y explorar cualquier cosa que surja de la curiosidad y la creatividad.

- **Validación de Resultados:** Durante la fase de afianzamiento de los conocimientos a través de los ejercicios prácticos, el estudiante requiere retroalimentación que le permita saber si está en la senda correcta y si su procedimiento, cálculos y resultados son los esperados. Solamente algunos libros de texto proporcionan respuestas a los ejercicios propuestos y generalmente solo a un número limitado de los mismos por lo que el contar con una herramienta que permita validar el trabajo es de enorme utilidad durante el proceso de aprendizaje, siempre que sea utilizado en forma estructurada y bajo la orientación del profesor o instructor.

- **Simulación de Procesos:** La simulación es una extensión de la capacidad de experimentación mencionada anteriormente, pero ampliada a procesos y sistemas bastante complejos. En ingeniería, es común que, durante la etapa de diseño o rediseño de un proceso o un sistema, se requiera evaluar el impacto que algunos cambios pueden tener en el desempeño o los resultados de dicho sistema. Las herramientas de simulación proporcionan una forma de evaluar dichos cambios en forma segura, rápida y económica, contrario a lo que sucedería si dichos cambios tuvieran que realizarse sobre el sistema real. En ingeniería química, existen aplicaciones que permiten construir y simular procesos completos que involucran distintas operaciones unitarias, algo que de otra manera sería prohibitivo en costo y tiempo.



Desventajas

Al uso de computadoras en la educación se le han atribuido muchas desventajas, algunas de las cuales tienen fundamento y otras simplemente caen dentro de la categoría de mitos, los cuales serán abordados más adelante en este trabajo. Entre las desventajas que pueden mencionarse y que se consideran valederas para la incorporación del software libre en la enseñanza superior se encuentran las siguientes:

- **Disponibilidad de Equipo:** En el esquema ideal, cada estudiante debería tener su propia computadora para poder hacer uso de los programas sugeridos en cada una de las áreas de conocimiento. Sin embargo, esto aún está lejos de ser una realidad y más aún en los países en vías de desarrollo. Para los estudiantes que no poseen una computadora propia, esto puede ponerlos en desventaja respecto a sus pares.

- **Incompatibilidad:** Entre los programas de software libre que se mencionan en este trabajo, existen algunos que no están disponibles para todas las plataformas y/o sistemas operativos que se utilizan actualmente, lo cual puede dificultar su uso generalizado.

- **Curva de aprendizaje:** El uso de los programas en cada uno de los cursos requiere un proceso de aprendizaje tanto para el profesor/instructor como para los alumnos. Este tiempo debe agregarse al tiempo normal que se dedica al curso. El tiempo y esfuerzo requerido para aprender a utilizar los programas puede ir desde un tiempo muy corto, para algunos programas

sencillos, hasta tiempos bastante extensos para aquellos programas más complejos y avanzados, además de depender del nivel de familiaridad que se tenga con el uso de computadoras.

Mitos sobre el uso de tecnología en la enseñanza

A lo largo de la historia, el surgimiento de nuevas tecnologías y los cambios de paradigma han encontrado una resistencia que es, hasta cierto punto, parte de la naturaleza humana. En los procesos educativos, este fenómeno se ha presentado desde hace mucho tiempo en diversas épocas y con hitos tan importantes en la historia de la humanidad como lo fue la invención de la imprenta y la masificación de los libros. Previo a que, gracias a la imprenta, los libros fueran algo común al alcance de cualquier persona y un recurso directamente asociado al proceso de enseñanza-aprendizaje, la forma más común de aprendizaje en los centros educativos en la edad media era por medio de la memorización. Los estudiantes eran obligados a memorizar enormes cantidades de información como nombres, fechas, lugares, hechos, datos, etc según fuera el tema en estudio. Se consideraba buen estudiante a aquel que podía recitar de memoria largas listas de información. Los estudiantes dedicaban largas horas al tedioso proceso de memorización el cual se lograba principalmente por repetición. Con el apareamiento del libro, que hacía accesible toda la información requerida y la ponía a disposición de los estudiantes, se empezó a cuestionar la necesidad de tener que memorizar los datos si ya se podía acceder a ellos en forma práctica. Sin embargo, el paradigma se hizo sentir y se esgrimieron argumentos tales como que, al no tener que memorizar, el estudiante perdería habilidades y dejaría de utilizar sus capacidades mentales. En realidad, al no tener que gastar tiempo en memorizar, el estudiante podía enfocarse en tratar de entender, analizar y ¿Por qué no? cuestionar la información que se le presentaba, lo cual hizo que la humanidad pasara del oscurantismo a la época de la iluminación.

El mismo fenómeno ha ocurrido más recientemente con el uso de calculadoras. En el caso del libro, el proceso para cambiar el paradigma de que la memorización no era la mejor estrategia de aprendizaje tomó siglos, incluso aún se pueden ver sus

resabios en algunos establecimientos educativos. Hoy en día, nadie se atrevería a decir que los libros tienen un efecto negativo en el proceso educativo. El caso de las calculadoras aún está siendo debatido, debido a que se trata de un invento relativamente reciente, aún no existe una posición definitiva al respecto. Algunas personas siguen argumentando que el uso de calculadoras reduce la habilidad de los estudiantes para realizar cálculos mentales. Tal vez el paradigma aún sigue siendo que se necesita que una persona sea capaz de realizar cálculos mentales.

El caso de las computadoras es todavía más controversial, por que se trata de instrumentos que van más allá que una simple calculadora.

La computadora puede convertirse en una herramienta muy poderosa en la metodología de enseñanza aprendizaje sin embargo su uso está siendo cuestionado con los mismos argumentos utilizados contra la calculadora.

La experiencia personal del autor de este artículo respecto al uso de computadoras como un auxiliar didáctico contrasta significativamente con esta postura y sugiere que, utilizada de una manera estructurada, la computadora puede potenciar la capacidad de los estudiantes de asimilar conceptos abstractos y permitirles asociar tales conceptos con aspectos más prácticos y aplicados a la realidad.

Definiciones

Como se explicó en la introducción, este artículo explora aquellas alternativas de software para la enseñanza de la ingeniería química que representan un costo mínimo o nulo para el estudiante y para la institución educativa. Entre estas alternativas puede haber diferencias que es importante explicar para entender las implicaciones que tiene utilizar una u otra.

Software Libre (Open Source):

El software libre se refiere a los programas que son desarrollados en su mayoría en forma colaborativa, es decir, por una comunidad de personas que se dedican a crear, depurar y mejorar el software continuamente en forma voluntaria. Estos programas son colocados después en sitios donde pueden ser accedidos, descargados y/o ejecutados por cualquier persona que

lo desee, generalmente sin ninguna restricción respecto a su uso. Esto incluye el acceso al código fuente del programa para poder modificarlo y adaptarlo según sea requerido.

La característica principal de estos programas radica en la licencia bajo la cual son creados y distribuidos ya que dicha licencia permite hacer uso de ellos para lo que el usuario desee, lo cual implica el verdadero concepto de Libre (Free) y no solamente Gratuito. Esta modalidad de desarrollo de software está ganando terreno porque aunque parezca contradictorio, detrás de ella existe toda una estructura de negocio que se genera alrededor de los programas libres, tal como consultoría, capacitación, implementación, adaptación, modificación, etc.

Software Gratuito (Freeware):

El software gratuito o freeware, es aquel que algunas empresas o personas ponen a disposición del público para que pueda ser descargado y utilizado sin costo, pero bajo ciertas condiciones y restricciones de uso. En este modelo, el desarrollador del software conserva todos los derechos sobre el mismo y solo concede al usuario el derecho a utilizar el programa siempre que se respeten las condiciones y restricciones anteriormente mencionadas.

En este modelo, tampoco se permite el acceso al código fuente por lo que el programa no puede ser depurado, adaptado o mejorado por el usuario o por terceros. El software gratuito generalmente se trata de versiones limitadas de programas comerciales las cuales son utilizadas como una estrategia de "probar antes de comprar" o específicamente diseñados para aplicaciones de menor escala, mientras que para utilizarlo a gran escala se hace necesario adquirir la versión comercial.

En el presente trabajo se incluyen programas que caen dentro de cualquiera de las dos categorías anteriormente descritas. La razón es que el principal objetivo es identificar programas que puedan ser utilizados sin costo, aún cuando existan algunas limitaciones o restricciones siempre y cuando dichas limitaciones no impidan su uso como herramienta didáctica. Los programas que se mencionan a continuación cumplen con dicho requerimiento.

Software por Categorías:

Los programas que se presentan en este trabajo se han agrupado en las siguientes categorías que están relacionadas con el proceso de formación profesional en Ingeniería Química y en otras ingenierías:

Ciencias Básicas:

Las ciencias básicas abarcan las áreas que son comunes a la mayoría de redes curriculares en las carreras de ingeniería. Esta es una etapa fundamental en la formación profesional porque del nivel de comprensión de los conceptos básicos depende en gran parte la asimilación de conceptos más avanzados que forman parte del área profesional. Entre los temas del área básica se pueden mencionar, sin ser exhaustivo:

- Matemáticas, Geometría y Trigonometría
- Química
- Física y Mecánica
- Estadística

Algunos de los programas, tanto libres como gratuitos que se encuentran disponibles para esta etapa, son:

Máxima: Se trata de un muy completo y poderoso CAS (Computer Algebra System) que es descendiente directo del programa comercial Macsyma y que desde hace ya más de 10 años fue liberado para ponerlo a disposición del público. Este programa permite la manipulación simbólica de objetos tales como ecuaciones lineales y no lineales, vectores y matrices, ecuaciones diferenciales, etc. Permite además la construcción de gráficos de gran calidad en 2 y 3 dimensiones, derivación e integración, optimización, etc. También permite la programación, estructuras de datos, etc. Este es un programa que se encuentra a la altura de muchos programas comerciales. El sitio para obtenerlo es:

<http://maxima.sourceforge.net>

Scilab: Es el equivalente de software libre de Matlab®, un programa con enormes capacidades en el manejo de datos y el procesamiento numérico. Su fuerte es el cálculo con vectores y matrices. También permite realizar gráficos estáticos y dinámicos en 2 y 3 dimensiones. Posee su propio lenguaje de programación lo cual lo convierte en un completo ambiente de

desarrollo. Es utilizado en la actualidad por instituciones técnicas, científicas, académicas y comerciales en todo el mundo y una de sus aplicaciones principales es el control de procesos y el procesamiento de señales. La dirección para descargarlo es:

<http://www.scilab.org>

Compass and Ruler (C. a. R.): Se trata de un programa muy completo y sencillo de utilizar para la construcción y estudio de objetos geométricos. Permite realizar todo tipo de cálculos geométricos y trigonométricos así como desarrollar programas sencillos, llamados macros, para crear animaciones y objetos dinámicos. Puede ser obtenido de:

<http://zirkel.sourceforge.net/>

R: Aunque su nombre sea muy corto, este software estadístico constituye uno de los logros más grandes del movimiento de software libre. Es una poderosa herramienta de análisis estadístico de datos, con capacidad de manejar conjuntos de datos en el orden de los millones de casos. Adicionalmente a los cientos de análisis que forman parte del paquete básico, existen en el sitio del proyecto, otros cientos de paquetes adicionales que extienden la funcionalidad en aplicaciones específicas de análisis estadístico en diversas áreas como biología, agronomía, economía, química, informática, salud, etc. Posee un lenguaje de programación que permite a los usuarios desarrollar sus propios paquetes según sus necesidades. Además produce gráficos de enorme calidad que pueden ser utilizados directamente para publicaciones. Hoy en día es utilizado por muchas universidades alrededor del mundo y ha sustituido a sus pares comerciales no solo por ser libre y gratuito sino por ser más completo y poderoso. El paquete básico y todos los complementos pueden descargarse de:

<http://cran.r-project.org/>

OpenModelica: Se trata de un lenguaje de modelación y simulación de sistemas dinámicos. Permite la modelación acausal de sistemas complejos por medio de la declaración del conjunto de ecuaciones diferenciales algebraicas (DAE) que rigen el sistema. Utilizando dicho lenguaje, es posible modelar y simular el comportamiento

de sistemas físicos, mecánicos, eléctricos, hidráulicos, químicos, etc. Se puede descargar de:

<http://openmodelica.org>

Avogadro: Una herramienta muy poderosa para la construcción, visualización y análisis de moléculas químicas desde las más simples hasta las más complejas, tanto de compuestos orgánicos como inorgánicos. Interpreta diversos formatos y nomenclaturas para la representación de compuestos químicos, por ejemplo SMILES (Simplified Molecular Input Line Entry Structure) que es una nomenclatura desarrollada específicamente para la representación de fórmulas químicas con caracteres ASCII. La dirección en Internet para obtenerlo es:

http://avogadro.openmolecules.net/wiki/Main_Page

VLab (Virtual Lab Simulation): Este es un ambiente para simular experimentos de química que se realizan en un laboratorio. Permite, con bastante realismo, realizar experimentos con sustancias químicas y equipo de laboratorio como práctica de conceptos como: Molaridad, Densidad, Estequiometría, Análisis Químico Cuantitativo, Equilibrio, Solubilidad, Titulación, etc. Permite descargar actividades predefinidas y también permite crear nuevos experimentos por parte de los usuarios. Es un recurso sumamente valioso en la enseñanza de la química, especialmente cuando se tienen limitaciones de recursos como tiempo de laboratorio, equipo, reactivos, etc. El sitio donde se encuentra es: <http://www.chemcollective.org/applets/vlab.php>

Area Profesional

Aquí se agrupan aquellos cursos que hacen parte de la especialización de Ingeniería Química. Comprende temas tales como los fenómenos de transporte, diseño de equipo, procesos químicos industriales, termodinámica, etc. Se pudieron encontrar los siguientes programas que pueden ser aplicados a las áreas antes mencionadas:

CyclePad: Este es un programa que permite la construcción, simulación y análisis de muchos tipos de ciclos termodinámicos. Aunque se trata de una aplicación bastante antigua (fue desarrollada para Windows® 95) funciona muy bien en las

versiones recientes del sistema operativo Windows® (XP/Vista) por lo que constituye una muy buena opción para ser incluida en los cursos del área de Físicoquímica y Termodinámica. La dirección es:

<http://www.qrg.northwestern.edu/projects/NSF/Cyclepad/aboutcp.html>

COCO: Este programa puede convertirse en uno de los recursos más útiles e importantes en la enseñanza de Ingeniería Química, ya que se trata de un completo y poderoso simulador de procesos basado en el estándar conocido como CAPE-OPEN (Computer Aided Process Engineering). Este programa es prácticamente un laboratorio virtual de operaciones unitarias ya que permite diseñar, construir, resolver y analizar todo tipo de procesos industriales en condiciones de estado estable. Se puede conocer más de este programa y descargarlo sin costo en la siguiente dirección:

<http://www.cocosimulator.org/>

Scicos/XCos: Este programa es parte del programa Scilab mencionado anteriormente aunque se trata de un simulador de sistemas dinámicos complejos que merece ser considerado por separado dado su enorme potencial para modelar y analizar procesos y sistemas de todo tipo. A pesar de tratarse de un programa libre, es utilizado a nivel industrial y en aplicaciones de todo tipo, principalmente en Control y Automatización de Procesos Industriales. Es desarrollado por una entidad francesa dedicada a la investigación y desarrollo de tecnología de información y su sitio en Internet es el mismo de Scilab Area Complementaria

El área complementaria comprende todos los cursos y temas que, como su nombre lo sugiere, complementan el conjunto de conocimientos necesarios para un ingeniero y que no forman parte del enfoque principal de su carrera. Dentro de esta categoría se puede mencionar temas como: Dibujo Técnico, Diseño, Diagramación, Gestión de Proyectos, Programación, Contabilidad y Finanzas, etc. Algunas aplicaciones de software para apoyar la enseñanza en dichas áreas son, entre otras, las siguientes:

Google Sketchup: Se trata de un programa sumamente sencillo de utilizar y sin embargo, muy poderoso para modelación y

diseño en 3 dimensiones. Permite, de una manera rápida, crear modelos de objetos desde algo muy sencillo hasta cosas muy complejas. No se trata de software libre pero sí es gratuito, es decir, puede descargarse y utilizarse sin ningún costo. Actualmente existen repositorios en Internet que permiten descargar sin ningún costo una enorme cantidad de modelos creados por otros usuarios y que incluyen desde equipos sencillos como bombas, tanques, etc. hasta plantas industriales completas que permiten realizar un tour virtual por cada uno de sus componentes. Se obtiene en: <http://sketchup.google.com/>

DIA: Programa que sirve para la creación de diagramas técnicos en 2 dimensiones para una gran cantidad de propósitos, tales como: diagramas de flujo, diagramas de proceso, diagramas de recorrido, esquemas y planos de instalaciones físicas, eléctricas, hidráulicas, neumáticas, etc. Es un programa muy similar con la aplicación comercial Visio® de Microsoft® aunque no son compatibles pero puede utilizarse para los mismos propósitos. Puede bajarse de la siguiente dirección: http://dia-installer.de/index_en.html

OpenProj: Este es un programa que sirve para manejar el ciclo de gestión de proyectos, desde la planificación hasta el control, pasando por la estructura, asignación de recursos, costeo, etc. Permite generar cronogramas, gráficos de Gantt, la red del proyecto, reportes de avance, utilización de recursos, ejecución de presupuestos, etc. Es equivalente y compatible con la herramienta comercial Project de Microsoft®. Se puede encontrar y descargar en: <http://openproj.org/>

Python: Es el lenguaje de programación que más rápidamente está creciendo en el mundo. Es utilizado por grandes compañías en todo el mundo. Es completamente libre y gratuito. Es sumamente sencillo de aprender pero muy poderoso y flexible, lo cual lo hace ideal para aplicaciones técnicas y científicas. Actualmente existen muchos módulos adicionales que pueden agregarse y que han sido desarrollados para aplicaciones específicas, una de las cuales,

llamada PyMol permite la visualización en 3 dimensiones de estructuras químicas. La página de Internet del programa es: www.python.org

Conclusiones

Las conclusiones del presente trabajo pueden resumirse a continuación:

- El uso de software en la enseñanza y la práctica de la Ingeniería Química puede ayudar a desarrollar profesionales que estén al nivel de la actualidad tecnológica, así como a afianzar y acelerar el proceso de enseñanza/aprendizaje.
- Existe una variedad de programas de software, tanto libres como gratuitos, de calidad comparable e incluso superior a programas comerciales, que pueden ser utilizados en la enseñanza de la Ingeniería Química en Guatemala en todas las áreas (básica, profesional y complementaria).
- Con el uso de estos programas y la disponibilidad de unas pocas computadoras portátiles, es posible convertir el salón de clases en un laboratorio virtual para explorar y experimentar.

Recomendaciones

Algunas recomendaciones que pueden tomarse en cuenta para la implementación de herramientas informáticas en la enseñanza de la Ingeniería Química son las siguientes:

- Incorporar los programas presentados en este trabajo u otros que se encuentren disponibles sin costo, en una forma estructurada, a los contenidos programáticos de los distintos cursos en la carrera de Ingeniería Química.
- Diseñar actividades didácticas que involucren el uso de dichos programas para que sean realizadas por los estudiantes en talleres y laboratorios así como fuera del salón de clase.
- Capacitar a los docentes en el uso de estos programas, así como en las metodologías de enseñanza necesarias para hacer uso de estos cursos.



IDENTIFÍQUELOS: Envíe su respuesta al correo electrónico del Colegio de Ingenieros Químicos ciquatemala@itelgua.com

VISIÓN, MISIÓN Y OBJETIVOS DE LAS REVISTAS, ÓRGANO INFORMATIVO DEL COLEGIO DE INGENIEROS QUÍMICOS.

VISIÓN: SER LA REVISTA NÚMERO UNO COMO FUENTE DE CONSULTA DE ESTUDIANTES Y DOCENTES DE LAS CARRERAS ADSCRITAS A ESTE COLEGIO, ASÍ COMO DE LOS PROFESIONALES DE LA INGENIERÍA DE ESTE COLEGIO.

MISIÓN: PROPORCIONAR TEMAS DE ESTUDIO E INVESTIGACIÓN, DE INTERÉS Y ACTUALIDAD A TODOS LOS EGRESADOS, DOCENTES Y ESTUDIANTES DE TODAS LAS CARRERAS DE LA INGENIERÍA DE ESTE COLEGIO.

OBJETIVOS:

1°. DIVULGAR APORTES Y LOGROS DE LOS EGRESADOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA, DE LA USAC, UNIVERSIDAD DEL VALLE, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR, CUNSUR, CUNSUROC Y MEDIO AMBIENTE.

2°. INFORMAR SOBRE TEMAS DE ACTUALIDAD RELACIONADOS CON NUESTRA PROFESIÓN.

3°. PUBLICAR HECHOS DE RELEVANCIA Y TRASCENDENCIA PARA LA INGENIERÍA DE PROCESOS, TANTO EN INGENIERÍA QUÍMICA COMO EN ALIMENTOS Y MEDIO AMBIENTE.

4°. VALORAR LOGROS DE DOCENTES Y/O ESTUDIANTES DE LA POBLACIÓN CORRESPONDIENTE A ESTAS UNIDADES DE PROCESOS, INGENIERÍA QUÍMICA, ALIMENTOS Y MEDIO AMBIENTE.

5°. COADYUVAR A UNIFICAR EL GREMIO, PUBLICANDO OPINIONES VARIAS DE NUESTROS COLEGIADOS; OPORTUNIDADES LABORALES, BECAS O RECONOCIMIENTOS POR MÉRITOS.