

GESTION TECNOLOGICA Y EDUCACION EN INGENIERIA QUIMICA

Ing. Quím. (Acad.) Héctor E. Ibarlucea
Ing. Quím. (Acad.) Miguel A. Zunino

I. INTRODUCCION

En todas las oportunidades en que nos fue posible nos hemos sumado a quienes consideran que la evolución de la industria uruguaya ha sido insatisfactoria respecto a sus posibilidades, en muchos aspectos. Desde la ausencia de una orientación adecuada hasta el manejo poco eficaz de la cuestión tecnológica, pueden formularse observaciones que al día de hoy, seguramente serían compartidas mayoritariamente.

En el presente trabajo hacemos un diagnóstico primario de la situación industrial identificando desajustes y omisiones en el área tecnológica que deberán ser corregidos sin demoras si es que se desea mejorar la competitividad de las empresas en base a la calidad/precio de sus productos.

Dado que identificamos al Ingeniero Químico como uno de los actores del cambio necesario, creemos que ésta es una razón más para una actualización de la educación en Ingeniería Química. Aunque tenemos la certeza de que la formación actual de estos profesionales es satisfactoria en términos generales, sentimos que es necesaria esa revisión para lograr la mayor eficacia en la corrección de los errores cometidos y para adecuar nuestra profesión a los nuevos tiempos que ya empezamos a vivir.

Las opiniones sobre el particular que exponemos a continuación, así como las propuestas concretas que formulamos en materia de educación, fueron desarrolladas oportunamente en el Instituto de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería. En esa oportunidad en que nuestra colaboración había sido solicitada, tuvimos ocasión de presentarlas y analizarlas con más profundidad tomando en consideración el marco impuesto por el tiempo curricular y los recursos disponibles para llevarlas a la práctica.

II. EL PROBLEMA TECNOLOGICO INDUSTRIAL NACIONAL

A. Un diagnóstico

Un análisis en profundidad de la situación de la industria uruguaya de procesamiento, nos lleva a afirmar que, en general, el problema tecnológico ha sido mal manejado. Las orientaciones, si las hubo, fueron

equivocadas e inadecuadas; si no las hubo, entonces el manejo de la cuestión tecnológica fue errático. En todo caso, nos queda claro que faltó una política coherente y apropiada, aplicada a nivel empresarial nacional.

A continuación, señalaremos los argumentos más importantes en que basamos nuestras apreciaciones.

1. La selección de las tecnologías se ha hecho, en general, atendiendo a factores secundarios y descuidando la verdadera esencia de la misma, que es la determinante de una mayor competitividad empresarial. En la mayor parte de los casos ha primado la presión vendedora, las condiciones favorables de pago, la influencia de la imitación y la modernidad transformada en novelería, por encima de los procedimientos y métodos genuinamente importantes. Con esto queremos significar que en el proceso de selección no se ha usado, como era aconsejable, una adecuada información sobre la tecnología medular conjugada con los objetivos de la empresa. Tampoco han sido prácticas corrientes el estudio en profundidad, la generación de alternativas y el ensayo de tales tecnologías, siempre en función de claras metas empresariales.

En el menos grave de los casos, las evaluaciones se han hecho por sus aspectos descriptivos y operativos más que por sus fundamentos. Estas debilidades han comprometido la eficacia de la selección conduciendo a la incorporación de tecnologías inadecuadas, en "paquete cerrado" e, inclusive, obsoletas.

2. Esas tecnologías generalmente mal elegidas han sufrido una segunda distorsión al llegar a la etapa subsiguiente que es la de su implantación. En numerosas oportunidades se ha omitido lisa y llanamente la etapa de procurar adaptar la nueva tecnología elegida al complejo conjunto de factores locales para lograr, de ese modo, las máximas posibilidades de efectividad y economicidad.

Otros errores en la implantación han sobrevenido a causa de ampliaciones no previstas y/o mala distribución en planta con los subsiguientes problemas de eficiencia, contaminación, mayores costos operativos, seguridad, etc.

3. También es altamente cuestionable la oportunidad en que se ha hecho el cambio técnico. Un marco mínimo de racionalidad sugiere que el cambio debería responder

a objetivos y estrategias pre-fijadas con el propósito fundamental de lograr una sostenida mayor competitividad, con todo lo que esto significa (mejor calidad, eficiencia, menores costos, etc.). La ausencia de una información adecuada permanentemente obtenida dentro y fuera de la empresa ha determinado que la oportunidad del cambio y el momento de hacerlo, respondieran más bien a factores secundarios o irrelevantes en relación con los resultados buscados. Las más frecuentes distorsiones han estado frecuentemente asociadas a:

- la aparición de líneas de crédito favorables a las que la empresa ha tenido fácil acceso;
- presiones de venta que han estado dirigidas más a los aspectos periféricos que a la verdadera esencia del cambio técnico en la empresa.

De alguna manera esto constituye otra oportunidad en que las motivaciones menores, frívolas o inmediatistas, han suplantado a la racionalidad técnica que conduce al éxito económico.

4. A los errores antes mencionados cabe agregar la ausencia de una real preocupación por lograr que las tecnologías, mal o bien elegidas, implantadas con o sin adaptación, alcanzaran su optimización operativa obteniendo la máxima eficacia de empleo. Nuevamente se comprueba que al desplazarse la atención de los aspectos fundamentales a los periféricos se estrecha enormemente el entorno de posibilidades para esa optimización. A la situación anterior se le agrega que el sistema técnico-económico que constituye la empresa no siempre es manejado de la mejor manera. Se suele prestar más atención a parámetros obvios o globales que a aquellos que son esenciales para lograr la optimización operativa de la tecnología y, así, su máxima incidencia sobre la competitividad de la empresa.

B. Las principales causas

Es nuestra opinión que la causa directa de las anomalías y defectos que hemos señalado debe buscarse en el hecho de que la mayoría de las empresas no realizan una verdadera gestión tecnológica o si lo intentan, no siempre lo hacen en la forma más adecuada, aquella que evita, precisamente, los desajustes señalados.

Esto, a su vez, tiene otras raíces que trataremos de identificar. En primer lugar vemos que hay una causa determinante esencial que se sitúa en la forma inadecuada en que se ha protegido al sector industrial para promover su desarrollo. Nuestra posición no supone, necesariamente, un rechazo al proteccionismo como instrumento cuando se hace sobre bases racionales pero sí, conlleva una fuerte crítica cuando el goce de una protección sólo sirve para disimular ineficiencias o inviabilidades que inciden en la competitividad. Cuando esto ocurre, se abre a las empresas la posibilidad de obtener beneficios por simple transferencia de recursos o mecanismos equivalentes, sin

alcanzar la real competitividad que exige una economía abierta; competitividad ésta que nunca podría conseguirse sin el cumplimiento de una gestión tecnológica adecuada.

En este mismo orden de cosas, cabe consignar que no se aprecian esfuerzos eficaces para promover la gestión tecnológica a nivel de empresas. Si se integrara un "Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología" se podrían aportar en forma orgánica y coordinada, los recursos nacionales científicos y tecnológicos en apoyo de aquella gestión. El Gobierno, que proclama reconocer la importancia del factor tecnológico en el desarrollo nacional, centra fundamentalmente su acción en medidas periféricas y deja de adoptar las de verdadera importancia tales como la de adoptar la integración del mencionado sistema.

C. Algunas consecuencias

Como consecuencia de lo expuesto y, de alguna manera, resumiéndolo, concretamos estas apreciaciones:

- Se observa que en la industria nacional, frecuentemente, las tecnologías no son racionalmente introducidas y tampoco bien empleadas, lo cual incide negativamente en la competitividad de las empresas y en el sostenimiento de empresas viables.

- Esta situación, difícil de revertir, se origina normalmente en el error de confundir "tecnología apropiada" con "tecnología moderna" y en la falacia de que una gestión tecnológica eficaz puede ser sustituida por la protección simple que oculta ineficiencia y aparece como menos riesgosa.

Una situación de este tipo tiende a influir significativamente en el Ingeniero Químico que trabaja en la industria así concebida. En lugar de haber sido actor protagónico de un genuino y valedero cambio técnico pasa a ser absorbido por una rutina polifuncional agobiante. Esto genera una tendencia a descuidar y/o deteriorar su formación técnica ya que se ve obligado a adiestrarse en las tecnologías que debe manejar y que, como vimos, generalmente le son prácticamente ajenas.

Por alguna suerte de transmisión intergeneracional, la situación de los profesionales influye en los estudiantes. Estos van adquiriendo una cierta tendencia a ser agentes pasivos receptores de cursos y a aplicar mecánicamente los conocimientos recibidos en lugar de manejarlos racional y creativamente.

Un contexto de esta naturaleza no es el mejor marco para motivar a los docentes, los cuales además, tienen su problemática particular que incluye bajas remuneraciones y recursos limitados para cumplir sus funciones y para cultivar su desarrollo como tales. No es infrecuente entonces que busquen ejercer su profesión en otras actividades que suelen ofrecerles mejores condiciones en

todo sentido o, por lo menos, en el plano económico.

Es, pues, en este marco nacional y universitario, en que debe llevarse a cabo la formación de nuestros futuros colegas.

III. EDUCACION EN INGENIERIA QUIMICA

A. Enfoque global

Creemos que es fácilmente compartible el concepto de que cualquier intención de mejorar el actual sistema educativo en ingeniería química debe atender a los problemas de la industria nacional de procesamiento y, entre ellos, a la necesidad de una adecuada gestión tecnológica. Sin que se nos escape el hecho de que una educación profesional es vasta y compleja y que la gestión tecnológica no solo depende del ingeniero químico, habremos de formular algunas propuestas que puedan ayudar a mejorar nuestra carrera. Nos motiva a hacerlo la convicción de que el ingeniero químico del futuro inmediato será motor del cambio que nos parece imprescindible y que, si su formación profesional se distancia de la realidad, los problemas que nos preocupan continuarán sin ser resueltos.

En otras palabras, habrá que infundirle confianza en los conocimientos que adquiere en su formación y

poner a punto aquellas herramientas que le permitirán enfrentar más racionalmente la realidad vigente en pos de una superación personal y una mayor eficacia de la empresa nacional.

B. Propuestas para el Plan de Estudios

Es menester anticipar una opinión favorable al plan de estudios que está en vigencia. Un estudio del mismo comparado con el de otras universidades de reconocido prestigio muestra un grado razonable de concordancias. Por otra parte los resultados alcanzados, medidos por el desempeño de los ingenieros químicos dentro y fuera del país, exhiben un saldo positivo.

Por lo tanto, el énfasis de un posible ajuste estará en ciertos cambios de enfoque y, sobretudo en la inclusión de algunos temas que se consideran actualmente relevantes. El objetivo será, como estaba pre-anunciado, buscar la formación de un profesional ingeniero químico que sea capaz de impulsar y operar con mayor confianza, los cambios que hemos planteado.

Un problema importante es poder conciliar el contenido deseable con el tiempo curricular y los recursos humanos y materiales disponibles. Sin duda, habrá que jerarquizar conocimientos a impartir y redistribuir cursos y disciplinas incluyendo el Ciclo Básico, que se dicta en otra Facultad y que no escapa a nuestros planteos.

Tal como lo adelantáramos, nuestra contribución a

Generadores de Hipoclorito

La última tecnología en el proceso de electrólisis con ánodos de TITANIO DSA[®] ahora está a su alcance. El generador de hipoclorito **Seaclor[®]** línea MAC ha sido desarrollado por DE NORA PERMELEC para solucionar los problemas de cloración a bajo costo con total seguridad. Solamente con agua, sal y energía eléctrica por un proceso intermitente o continuo, usted obtiene una solución de hipoclorito con concentración aproximada al 1% de cloro activo, directamente utilizable en su tratamiento de desinfección en frigoríficos, sanatorios, industria alimenticia, tratamientos de agua, etc.



DE NORA PERMELEC DO BRASIL S/A.

REPRESENTA EN URUGUAY
REPROGRAFICA LTDA.

MALDONADO 1983 - TEL. 400283 * FAX 488824

la discusión de una reforma del actual plan de estudios consistirá en proponer unos pocos pero importantes temas a incorporar. No creemos del caso incursionar en detalles acerca de su inserción en el plan; eso puede ser bajo aquellas formas que mejor se adapten al contexto del mismo y al entorno y los recursos con que será puesto en práctica. Aún así, basados en nuestra experiencia docente, hemos formulado alguna sugerencia al respecto.

Los principales temas que proponemos son, sintéticamente, los siguientes:

1. Ciclo Básico.

Aunque ya está aprobado un plan para el Ciclo Básico que sólo en parte conforma nuestras aspiraciones, creemos que habría que encontrar la manera de introducir algunas modificaciones. Sin entrar en detalles que escaparían al marco lógico de este trabajo, sugerimos las siguientes:

a) Revisar el programa de Física para lograr una mayor satisfacción de las necesidades de la ingeniería química.

b) Transferir al Ciclo Básico disciplinas vinculadas con los fundamentos de la ingeniería química tales como Fenómenos de Transferencia y Termodinámica Aplicada.

c) Incluir un curso específico denominado "Introducción a la Ingeniería Química" que incluya, entre otros temas afines, el estudio teórico y práctico de los Balances de Masa y Energía.

2. Ciclo Técnico.

Con la temática que proponemos a continuación buscamos fortalecer la formación del ingeniero químico habilitándolo para enfrentar los problemas que hemos planteado en este trabajo. No sólo se espera de él una eficiente introducción y manejo de la tecnología de la empresa sino que también participe en la toma de decisiones que tienen que ver con la problemática nacional. Más allá de sus cometidos clásicamente específicos, esperamos que argumente con fundamento frente a los empresarios y al Gobierno, buscando que las empresas nacionales organicen y emprendan la realización de una gestión tecnológica eficiente.

a) Dinámica de Sistemas de Proceso y Control. Esta es una base imprescindible para encarar con mayor seguridad la instrumentación y la automatización racional correspondiente que, a su vez, son fundamentales para una operación eficaz de los procesos físicos y químicos. El sistema de control de procesos constituye, en muchos casos, un elemento esencial para llegar a definir la tecnología apropiada alcanzando la calidad deseada.

b) Ingeniería Económica. Los parámetros técnicos de la empresa industrial deben ser manejados con un

criterio económico ajustado a las realidades del entorno. El ingeniero químico debe colaborar con los profesionales del área económica que, cuando manejan los rubros de la empresa tienden a considerar principalmente los obvios y prestan poca atención a los estrechamente relacionados con aspectos técnicos fundamentales (mantenimiento, materiales de construcción, instrumentación, etc.) para alcanzar el éxito económico. Desenfocos de ese tipo llegan a tener un efecto negativo en las estimaciones de costos e inversiones, en el análisis de alternativa y en la oportunidad del cambio técnico al tiempo que limitan también los estudios de optimización.

Los conceptos de "ingeniería económica" no sólo deben ser expuestos y estudiados específicamente sino también utilizados en todas las asignaturas en que sea posible.

c) Ciencia y Técnica del Gerenciamiento. Su introducción bajo forma de fundamentos permitirá tener una primera aproximación sobre el funcionamiento administrativo global de la empresa industrial. Más allá de las técnicas clásicas que se emplean en la tarea gerencial convencional (organización, planificación, control, etc.) se deberán buscar los caminos para ir logrando una cuantificación de la gestión de la empresa que permita su optimización. Utilizando instrumentos tales como la Investigación Operativa y técnicas afines se facilita la toma de decisiones desprendiéndola de los aspectos subjetivos que generalmente son los únicos definitorios de tales acciones.

En el desarrollo de esta temática sería importante conceptualizar la Estrategia Tecnológica y su vinculación con la estrategia general de la empresa dándole su justo valor a la información actualizada y al cambio técnico permanente y oportuno.

d) Optimización. Parecería muy difícil el éxito en la introducción y la operación de una tecnología si no existe un buen manejo del concepto de Optimización y de los criterios que se usan para ello. Nos referimos principalmente a: 1) la optimización de diseño vinculada a la capacidad funcional de la tecnología, y 2) la optimización operativa considerando a la tecnología ya implantada y procurando su empleo en la forma más eficaz posible.

Existen numerosas oportunidades en el Ciclo Técnico para aplicar el concepto y los criterios de la Optimización tanto operativa como de diseño pero, obviamente, parecería haber más posibilidades para esta última.

e) Ampliación de Transferencia de Masa. Sería conveniente ampliar el contenido y el tiempo asignado a Transferencia de Masa. No sólo porque ahí radican los procesos físicos que integran mayormente las tecnologías modulares de la industria de procesamiento sino porque

son parte esencial de las tecnologías emergentes. Por ejemplo, la rápida evolución de las biotecnologías y sus posibilidades, aún no explotadas en nuestro país, ha generado considerable interés por las bio-separaciones en general y en las operaciones con empleo de membranas en particular.

C. Sugerencias Metodológicas

La metodología para la enseñanza de la ingeniería química deberá apuntar a un objetivo primordial que es la construcción en el estudiante de una sólida base que contenga todos los fundamentos específicos de esta ciencia de la ingeniería. A partir de dicha base se irá estructurando una educación en la que habrá que privilegiar la formación frente a la información. Esta, que de ningún modo estará ausente, funcionará al servicio de una actitud educadora global pero nunca como un fin en sí mismo.

Aceptados estos dos elementos como definitorios de una metodología educativa, sugerimos algunas características a desarrollar en el estudiante para conseguir que esa formación técnico-profesional recién mencionada, alcance los más altos niveles.

a) **Iniciativa.** El estudiante debe acostumbrarse a resolver sus problemas (en el sentido más amplio) sin necesidad de impulsos iniciales externos. No debe dársele más elementos que aquellos que él podrá conseguir en el

futuro como datos de la realidad. Esto no quiere decir que se le deba sumir desde el principio en la orfandad más absoluta. Más bien habrá que ir induciéndolo gradualmente a una puesta en marcha sin ayudas, tal como muy probablemente le va a suceder en la mayor parte de su vida profesional.

b) **Creatividad.** Una tarea educativa esencial y un complemento necesario de la formación fundamental es el desarrollo de la creatividad. Esta, junto con el enfoque crítico, permitirán plantear las alternativas posibles de respuesta frente a un problema real debidamente definido para encontrar la solución técnico-económica más adecuada. En la búsqueda de soluciones que desechen lo meramente "posible" en pro de lo "deseable", se ha generado una sistemática, la "Síntesis de Procesos" que consiste, básicamente, en descomponer el problema en sus aspectos elementales (análisis) para luego reagruparlos en diferentes alternativas (síntesis) que representan líneas de respuestas al problema planteado. Es así, entonces, que la mencionada Síntesis de Procesos se constituye en una manera eficaz de definir, encarar y pensar los problemas que plantea la tecnología en la empresa, con un enfoque amplio.

Un ejercicio docente de esta naturaleza puede hacerse sobre planteos teóricos pero también sobre modelos prácticos obtenidos, por ej., en visitas de fábrica.



DISUR Ltda.
DISTRIBUIDORA URUGUAYA

Representante de:

MINO COVO S.A.
(República Argentina)

EN FILTRACION DE FLUIDOS, SIMPLEMENTE LO MEJOR



SERVICIO DE
CERTIFICACION Y VALIDACION
DE AREAS LIMPIAS
FILTROS HEPA
EQUIPOS DE FLUJO LAMINAR



Filtros absolutos: PALL (USA); destiladores: FINN AQUA (Finlandia);
filtros HEPA/ULPA/prefiltros: FILTRAR (R.A.) - DONALDSON (USA);
equipos de flujo laminar: FILTRAR (R.A.) - BAKER (USA) - AIRO VLEAN (USA);
detector de partículas fotométrico: ATI (USA); contador de partículas por rayo láser PMI (USA)

Av. Italia 2474 - CP 11600 Montevideo, R. O. del Uruguay - Tels. 47 28 71 - 80 28 37

c) Capacidad para generalizar. De poco serviría una fuerte enseñanza de fundamentos si el estudiante, futuro ingeniero químico, no estuviera suficientemente entrenado en la práctica de generalizar esos fundamentos o sea, en poder discernir cuando y como aplicarlos a operaciones que aparentemente presentan diversidades importantes entre ellas pero que tienen un respaldo fundamental común.

d) Versatilidad. Una vez que el concepto anterior ha sido asimilado, el estudiante debe alcanzar hacia el final de su formación académica, la capacidad de aplicar esos fundamentos a las situaciones más diversas hasta llegar a ser un profesional esencialmente versátil capaz de definir problemas, de adaptar tecnologías, de crearlas y de tener la condición de abarcar una temática de espectro amplio sustentada en plataformas básicas comunes.

e) Enfoque crítico. El estudiante debe formarse enteramente en el marco de la realidad. Los ejemplos que se utilicen para la mejor comprensión de un concepto, deben ser tomados de la realidad. Los datos que se aporten en el planteamiento de un problema deben ser coherentes y provenir de experiencias reales de forma tal que las soluciones a las que se llegue sean verosímiles. Una vez creado este marco, se buscará desarrollar en el estudiante el juicio crítico que le permita detectar eventuales desviaciones de la realidad en los resultados. Por este camino, el estudiante irá desarrollando ese criticismo conjuntamente con una suficiente autoconfianza que le permitirá tener el aplomo necesario como para desconfiar y rechazar aquellos resultados que no estén comprendidos dentro de un entorno esperado. O, dicho de otro modo, cuando las soluciones aparezcan como desafiando esa lógica que habrá que ir desarrollando en el estudiante.

f) Fuentes de información. Así como insistimos en que no es imprescindible dar toda la información ya procesada, creemos necesario capacitar al estudiante para que sea capaz de manejarse con soltura en la búsqueda y organización de la información que necesita. Aquí ya aparece el concepto de la selectividad; el esfuerzo debe ser orientado hacia donde hace falta y, especialmente, con vista al futuro cuando se dirigirá a la obtención y

manejo de información dentro de la empresa.

Creemos que el comienzo de este proceso está en el simple adiestramiento en el uso de los manuales convencionales, sigue con la búsqueda bibliográfica de temas específicos y se desarrolla hasta emplear los sistemas más modernos de información con eficacia.

g) Tratamiento sistemático de los problemas. Ya sea en su trabajo curricular como estudiante o luego, en su ejercicio profesional, el ingeniero se aboca permanentemente a la tarea de definir y resolver problemas. Es conveniente que durante el proceso de su formación técnico-profesional se le haga comprender que la mayor eficiencia en esta tarea sólo podrá alcanzarla mediante la aplicación de un sistema que organice su trabajo intelectual. En el área tecnológica, el sistema aludido debe orientarse a buscar alternativas que respondan al problema debidamente definido y que permitan identificar, finalmente, las soluciones más aconsejables.

h) Consideración global. Las posibilidades de discusión en el área metodológica son bastantes mayores que lo incluido en esta síntesis pero insistir en ello nos hubiera llevado a rebasar los límites que nos hemos impuesto para este trabajo. Nuestro principal objetivo en esta materia fue dejar bien clara nuestra posición de que tanto un plan de estudios como un curso, no sólo son importantes por su contenido sino también por la forma en que son dictados. Después de todo, ésta es una de las tantas diferencias que existen entre la simple transferencia del conocimiento y el complejo ejercicio de la educación profesional.

IV. UN COMENTARIO FINAL

Hemos planteado un problema nacional que tiene un fuerte vínculo con nuestra profesión. Las soluciones deben surgir del esfuerzo conjunto de varios sectores pero en la implementación de las mismas, el ingeniero químico va a ser un protagonista de primera línea. En la medida en que podamos asociar la transformación tecnológica que necesitamos con una mejor educación en Ingeniería Química, estaremos sentando las bases para conseguir aumentar las probabilidades de un éxito futuro.

ARTEPLAS S.A.

REPRESENTANTE DE

CIBA - GEIGY

PIGMENTOS Y ADITIVOS PARA PLASTICOS - PINTURAS - TINTAS
RESINAS EPOXI "ARALDIT" PARA MATRICERIA - ELECTRICIDAD
PINTURAS - REVESTIMIENTOS DE TANQUES - PISOS - ETC.

PEDERNAL 2029/31 - FAX 23 03 25 - TELS. 23 05 81 - 23 03 25