

ACADEMIA DE LA INGENIERIA
de la Provincia de Buenos Aires

SIMPOSIO

**CONTRIBUCIÓN A LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS PARA
EL SIGLO XXI**

La Plata, 1° de Julio de 2005

Presentación: **Prospectiva de la Ingeniería**

Por el Académico **Ing. Miguel de Santiago**

Resumen

El Ingeniero, normalmente alcanzará su capacidad plena de ejercer su profesión 10 a 15 años después que iniciase sus estudios en la Universidad. Como en 10 años las ciencias de la ingeniería y la práctica de la profesión pueden tener cambios sustanciales es importante que el proceso educativo no esté basado en la experiencia profesional de los profesores (la que a su vez puede tener una antigüedad de al menos 10 años) sino en las previsiones que estudios de prospectiva indiquen acerca de como será el estado de la ciencia y la tecnología, el contexto socio económico y la practica profesional en un futuro cercano.

Ello no solo suministraría ingenieros mas adecuados a la realidad en que se van a desempeñar sino que a su vez ayudaría a planificar el desarrollo de la propia institución universitaria.

Consideraciones previas del autor:

El objetivo de esta charla es presentar algunos comentarios sobre la formación y educación de los ingenieros, basadas en mi propia experiencia docente como así también en mis días de estudiante y los mucho mas recientes de trabajo en el ámbito industrial.

Es decir que tienen como respaldo la propia experiencia, lo que obviamente no es suficiente como una demostración de certeza de las hipótesis presentadas, pero alcanzan para ser un humilde interlocutor en este simposio.

En la metodología educativa moderna, la exposición de mi experiencia personal debería verse como la presentación de un estudio de caso.

La exposición trata de tener la mayor generalidad. Sin embargo no es fácil desprenderse de mi condición de Ingeniero Químico lo que puede originar alguna diferencia de criterio que espero sepan comprender.

1. Obsolescencia de los conocimientos y métodos.

Un problema importante en el proceso de formación del ingeniero en la Universidad es la vida útil de los conocimientos que se imparten a los estudiantes. Sucede que los educandos

para los cuales se diseña un programa de estudios recién tendrían ocasión de aplicarlos eficientemente en un horizonte de tiempo que oscilará entre 10 y 15 años.

Si además el nuevo profesional fue formado en pautas de ejercicio de la profesión del pasado reciente, (digamos 10 o 15 años) se encontrará con un riesgo cierto de una marcada obsolescencia de sus conocimientos en el momento en que tengan la responsabilidad de aplicarlos.

En conferencias y lecturas sobre la historia de la Ingeniería Química (cuyos inicios datan de 1890) he señalado que cada 20 años se produjeron cambios sustanciales en la enseñanza y en las técnicas de trabajo de los Ingenieros Químicos, las que se reflejaron inmediatamente en las aplicaciones industriales.

También han ocurrido fuertes cambios en las herramientas de cálculo del ingeniero. Recordemos que en los años 50 e inicio de los 60 la regla de cálculo era la herramienta preferida (o la Facit manual en los Ingenieros Civiles). Se utilizaban además gruesas tablas de logaritmos y de valores trigonométricos. Para cálculos termodinámicos se recurría a verdaderos atlas de propiedades de diferentes fluidos.

En los años 70 nos creíamos en la vanguardia tecnológica porque utilizábamos los grandes centros de cálculo en los que nos introducíamos con un nuevo lenguaje conocido como FORTRAN.

Hoy tenemos un aparatito de escritorio, (la PC) que la mayoría de las personas usa como juguete, que nos ayuda en cálculos de inimaginable complejidad.

La obsolescencia de algunos conocimientos de aplicación desalienta a los profesionales que ingresan en grandes empresas. Yo los he escuchado manifestar que nada de lo que le enseñaron en la Facultad les sirve y ello les lleva al descreimiento en las propias fuerzas y a aferrarse a cursos informativos y procedimientos enlatados de aplicaciones, que les cercenan toda capacidad de pensar e innovar. Finalmente se produce una cierta incapacidad de aprender y enseñar ..

NOTA: . Mi experiencia como estudiante en la Universidad (la vieja Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas en 1954 – 1959) fue radicalmente distinta, aunque no respondía a ningún esquema de racionalidad. Mas bien todo lo contrario.

En el año 1953 la Facultad comenzó a ofrecer la carrera de Ingeniería Química. No fue la consecuencia de un concienzudo estudio de factibilidad, que indicase la demanda de los estudiantes prevista, que determinase los recursos necesarios en profesores y laboratorios, y el presupuesto correspondiente, que determinase la demanda de la sociedad por el nuevo profesional y los requerimientos que dicha sociedad les exigiría. Nada de eso se hizo, sino que la decisión correspondió a una orden del Gobierno Nacional que obligaba a las 8 universidades nacionales a dictar las mismas carreras de ingeniería con los mismos programas de estudio. Como no se asignaron recursos presupuestarios, la Facultad optó por asignar los alumnos inscriptos en Ingeniería Química a materias existentes en alguna dependencia de la Universidad de La Plata cuyos nombres se correspondieran a las materias del plan vigente en la Universidad Nacional del Litoral

A pesar de que las materias de los primeros 2 años se referían a ciencias básicas, inmediatamente se presentaron algunos problemas difíciles de resolver

Visto que la situación se iría agravando con el avance de la carrera, un conjunto de alumnos ingresados en los años 53 y 54 entre los que me encontraba, hablaron con las autoridades de la Facultad con suficiente antelación y se obtuvo información de las mejores alternativas de cátedras y profesores que la Universidad disponía para los años posteriores. Se entrevistó a los profesores y se les manifestó nuestras inquietudes de estudiar lo mejor posible, de los objetivos de la carrera, de las posibilidades de hacer prácticas, etc.

La respuesta que se obtuvo de un grupo de excelentes profesores fue muy positiva. Ciertamente no era común que los estudiantes se preocuparan por estudiar más y mejor. Muchos de los profesores nos dieron

clases especiales y nosotros les respondimos con nuestra dedicación y colaboración. No solo se establecieron nuevos contenidos a las materias sino que también se introdujeron algunos cambios en el plan de estudios de la carrera.

Así, con gran esfuerzo en el año 1959 obtuvimos el título los 6 primeros ingenieros químicos de La Plata. En ese momento solo teníamos un pequeño problema. No sabíamos que era un Ingeniero Químico, porque nunca habíamos visto en nuestros estudios uno de ellos, y obviamente nunca habíamos hablado con un Ingeniero Químico para saber cuales eran sus actividades profesionales. Sabíamos que los ingenieros químicos trabajaban en la Industria Química o del Petróleo, pero nada sobre que hacían en esas industrias. Al plan de estudios que se nos había ofrecido inicialmente se le habían impuesto reformas fundadas científicamente pero con poco pensamiento sobre el ejercicio profesional.

La incertidumbre se disipó rápidamente. Los primeros egresados se presentaron a la industria mas cercana, fueron entrevistados y se les ofreció empleo con un salario superior en un 40% al que se ofrecía a los recién graduados de otras especialidades. Pero lo mas gratificante fue que las primeras tareas encomendadas las resolvieron con originalidad y eficiencia superiores a los profesionales existentes de otra Universidad. No solo éramos Ingenieros Químicos sino que éramos los mejores (en la categoría recién graduados).

Qué había pasado?.: Habíamos estudiado las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería en sus modernas versiones, se nos enseñó a pensar, a plantear ordenadamente los problemas, se nos enseñó a investigar, a construir, manejar y controlar equipo experimental, a buscar la información en fuentes primarias y secundarias y a utilizar los medios de cálculo existentes. Esto facilitó a aquellos egresados a progresar rápidamente y alcanzar finalmente altas posiciones en el mundo económico privado.

Es paradójico saber que todo esto ocurrió porque nuestros profesores desconocían la profesión de Ingeniero Químico.

Como solución se propone: a) Introducir en las asignaturas una visión crítica del futuro.

b) Enseñar a buscar información en forma independiente de los proveedores.

c) Enseñar a investigar. A diseñar equipo experimental, construirlo y operarlo.

d) Enseñar a usar métodos de cálculo eficientemente

Esta es la base permanente de cualquier plan de estudios.

Lo que puede ir cambiando son los contenidos científicos y técnicos y los recursos de cálculo e investigación. Un cuerpo de profesores con dedicación que trabajen en la frontera de las ciencias no tendría problema en cubrir estos cambios.

En estas condiciones puede basarse sin riesgo alguno la formación de un Ingeniero con visión de futuro y con un fuerte espíritu innovador.

2. Prospectiva. Pronósticos y Escenarios

El conjunto de métodos y estudios destinados a obtener una cuidadosa previsión del futuro en un horizonte de tiempo de mediano plazo es conocido como **prospectiva**.

No trata de realizar **pronósticos** sobre la posibilidad de ocurrencia de eventos concretos, sino de imaginar **escenarios** en los cuales se podría desenvolver la sociedad.

En función de esos escenarios se podrá deducir la necesidad de ciertos recursos que no es posible obtener sin una cierta planificación previa.

La prospectiva se puede aplicar para toma de decisiones en diferentes niveles (por ejemplo a nivel personal, de una institución, de una empresa, de un gobierno, etc.)

Se puede decir que es normal que los pronósticos sean afectados por hechos imprevisibles, o no previstos..

En cambio los escenarios son mas estables y menos propensos a las fallas, al menos si fueron cuidadosamente formulados.

El siguiente ejemplo puede clarificar los conceptos:

Al obtener mi título de Ingeniero Químico no seguí a mis compañeros presentándome a una Industria, sino que opté por ingresar a la docencia en la Universidad. Mis razones no correspondieron a una vocación científica, ni tampoco a una escasa propensión al trabajo en fábricas, sino que fue por una visión prospectiva. En 5 años la inscripción en Ingeniería Química había crecido en un 400% y los planes de expansión de la industria del petróleo, gas, petroquímica del entonces presidente Frondizi indicaban una demanda sostenida de Ingenieros Químicos. Era evidente que la Facultad debía asignar recursos a atender a los alumnos de Ingeniería Química. Como sabía que en la zona no había Ingenieros Químicos, mi visión era que estando instalado en el lugar tendría ventajas en las oportunidades que habrían de aparecer. Este era el escenario.

La decisión era ingresar y luego prepararse con la mayor dedicación y esfuerzo.

Mi pronóstico era que en tres años podría aspirar a ser profesor y jefe de departamento.

El escenario se dio plenamente. El pronóstico fue totalmente errado. A los 3 meses de mi ingreso, mi Jefe de Departamento sufrió una grave enfermedad de la que tardó 3 años en recuperarse. Yo me debí hacer cargo de sus responsabilidades y finalmente 3 meses después fui nombrado Jefe de Departamento y Profesor.

Algunos ejemplos son muy ilustrativos de la importante carga de incertidumbre que tienen los pronósticos

"El teléfono tiene demasiados problemas para ser considerado seriamente como un medio de comunicación. Este aparato no tiene valor para nosotros" (Western Union, memo interno, 1870)

"640 K es suficiente para cualquiera" (Bill Gates, 1981)

"Yo creo que en todo el mundo quizás haya mercado para 5 computadoras" (Thomas Watson, Chairman de IBM, 1943).

Las empresas mencionadas, como es notorio, corrigieron rápidamente sus pronósticos lo que les permitió obtener importantes beneficios de esas nuevas tecnologías.

Es probable que los pronósticos mencionados hayan sido expresadas con ligereza, basados en consideraciones intuitivas

A pesar que un estudio o análisis de prospectiva es mucho mas detallado y abarcante de diferentes factores, puede también conducir a pronósticos que nunca llegarán a cumplirse, pero obsérvese la diferencia con el siguiente ejemplo:

En el principio de los 70s una comisión de expertos internacionales, conocida como el Club de Roma, luego de un muy serio esfuerzo de documentación y estudio, dictaminó que el petróleo se agotaría hacia el año 2000. lo que evidentemente ha sido un pronóstico groseramente fallido.

En consideración de dicha conclusión el mundo entró en pánico. Se produjo la crisis petrolera mundial (1973) como consecuencia de regulaciones de los países productores, y se hicieron cuantiosas inversiones (o gastos) en investigaciones sobre nuevas fuentes de energía. De ellas la única plenamente exitosa fueron los trabajos sobre ahorro de energía., que en buena medida fueron una consecuencia natural del aumento relativo del precio del petróleo.

El éxito de las medidas de ahorro aplicadas tanto en la industria como en edificios permite pensar que fueron las propias consecuencias del estudio las que condujeron a que su pronóstico no se cumpliera. Además de la considerable disminución del despilfarro de la energía, también contribuyeron al corrimiento del horizonte de la disponibilidad del petróleo los adelantos tecnológicos que permitieron una más eficiente explotación de los yacimientos. Esto constituye el verdadero éxito del trabajo de prospectiva del club de Roma y de ninguna manera puede considerarse un fracaso el pronóstico finalmente no cumplido. .

En resumen se puede afirmar que la utilidad de los estudios de prospectiva es muy amplia. Las percepciones del futuro que se realicen permiten identificar oportunidades que podrían ser aprovechadas, como también obstáculos a ser evitados, y darían fundamento a la toma de decisiones actuales que permitan posicionarse mejor en un futuro más o menos inmediato.

Es por tanto una herramienta básica para la dirección de instituciones y organizaciones, tanto en el ámbito del estado como en el privado.

Un escenario para una Facultad de Ingeniería debería incluir pronósticos de evolución de la ciencia y la tecnología, de la economía y del crecimiento de la población y sus aspiraciones sociales. En ese contexto podría establecer cuántos ingenieros serían necesarios, en qué especialidades, qué conocimientos y tecnologías deberían manejar, etc, Finalmente en función de ello podría elaborar planes de formación de profesores y de equipamiento de laboratorios y adecuar los contenidos de las materias.

Prosiguiendo con mi experiencia personal en el DIQ, en 1960 encaré la realización de varios estudios e investigaciones bibliográficas que hoy podrían considerarse como un estudio de prospectiva.

El mismo incluyó:

- Definiciones de IQ y de Ingeniería. Campos de aplicación. Incumbencias.
- Planes de estudio de universidades líderes en el mundo. Niveles de titulación. Postgrados.
- Demanda mundial y nacional de ingenieros químicos. Tareas que realizan. Ejercicio independiente de la profesión y bajo relación de dependencia.
- Desarrollo de los sectores de industrias de procesos. Nuevas tecnologías y productos.
- Líneas de investigación de las ciencias de la ingeniería química y de sus aplicaciones.
- Preferencia de los estudiantes por la ingeniería química. Cantidad esperada de estudiantes inscriptos.

3. Definiciones de Ingeniería y de Ingeniería Química.

Las siguientes definiciones fueron tomadas del AICHE 1960:

INGENIERIA es el campo de actividad donde el conocimiento de ciencias exactas y naturales y de economía es aplicado a fines útiles.

INGENIERIA QUIMICA es el campo de la INGENIERIA donde materiales están sujetos a cambios de composición, contenido de energía o estado de agregación.

Se trata de definiciones conceptuales, muy dinámicas (lo que tiene como consecuencia su permanencia en el tiempo) que se contraponen a las definiciones habituales en Argentina a través de listas de incumbencias profesionales, que son estáticas y generan conflictos entre profesiones.

La definiciones presentadas abstraen de la asociación de la ingeniería al concepto de gran obra: rascacielo, gran represa, puente, etc. El estudio de un dispositivo de dimensiones casi microscópicas que se aplica a la producción es también una tarea de ingeniería.

Economía y fines útiles son conceptos casi redundantes si se tiene en cuenta que la economía tiene tres vertientes: la economía financiera, la de los recursos naturales y la del bienestar.

El campo delimitado en la definición de la especialidad de la ingeniería química no limita la profesión a industrias químicas y del petróleo, sino que puede trabajar en cualquier industria donde en alguna etapa del proceso de manufactura ocurra alguno de los fenómenos físicos o químicos indicados.

Al respecto he observado egresados de ingeniería química trabajando en empresas como una gran impresora de revistas (problemas de impresión, absorción en el papel, secado rápido, flujo de tintas, especificaciones de papeles y tintas, etc), en industrias de automóviles (procesos de pintura y tratamientos anticorrosivos, especificación de materiales plásticos, pinturas, control de calidad), en ferrocarriles (provisión de materiales, lubricantes, aguas, pinturas, etc.)

La definición tolera algunas superposiciones con los ingenieros mecánicos. Estos se ocupan de la producción de energía y los químicos de la producción de materiales, pero ambos usan y diseñan ciclos termodinámicos para sus objetivos.

Este tipo de definiciones es propia de un sistema donde la universidad no fija los campos de trabajo, los que regula el Estado en los casos que haya responsabilidades de seguridad, salud pública, deterioro del medio ambiente, etc.

Dado que al menos el 90% de los Ingenieros Químicos trabajan en relación de dependencia la definición conceptual dada es la mas adecuada.

La definición de Ingeniero Químico se debe completar con una lista detallada de los sectores de la sociedad donde trabaja, y las funciones que en ellos cumple.

Industrias donde trabajan los Ingenieros Químicos.

- Industria Química: Refinación de petróleo. Combustibles. Petroquímica. Polímeros. Plásticos. Fibras sintéticas. Elastómeros. Solventes. Productos químicos. Gases.
- Manufactura de materiales: Cerámica, Vidrio, Papel, Cueros, Pinturas, Adhesivos, Caucho, Cemento, Cal, Yeso. Acero. Metales no ferrosos. Concentración de minerales.
- Productos farmacéuticos. Cosméticos. Jabones y detergentes. Desinfectantes. Productos Veterinarios. Agroquímicos. Fertilizantes.
- Agroindustria. Alimentos. Bebidas. Esencias.
- Docencia universitaria. Ciencias de la Ingeniería Química.
- Investigación científica y desarrollo de tecnología. Consultoría.
- Empresas de ingeniería y construcción de plantas de industrias de procesos.
- Inspección y certificación técnica. Calidad. Medio ambiente. Seguridad. Normalización.
- Planeamiento y control en instituciones gubernamentales.

Se puede observar que los principales campos profesionales del Ingeniero Químico son las Industrias de Procesos y las Empresas de Ingeniería dedicadas a Industrias de Proceso. Esto es así en un porcentaje alrededor del 80% y el resto se reparte en Docencia, Investigación, Servicios y Gobierno.

La gran diversificación de tareas se agrava si se consideran las diferentes funciones que cumple el Ingeniero Químico en los lugares de trabajo...

Investigación y Docencia	Proyecto	Produccion	Administración y ventas
Docencia Universitaria	Formulación de proyectos	Operación de Plantas	Estudios de Mercado
Investigación Ciencias Ing. Química	Ingeniería Básica	Gestión de Calidad. Laboratorio	Servicio técnico a clientes
Investigación Aplicada	Ingeniería de Detalle	Servicio técnico a producción	Compras
Desarrollo Tecnología	Compras equipamiento	Mantenimiento	Ventas
Consultoría	Construcción de Plantas	Logística	Planificación
Permisos y regulaciones	Puesta en marcha	Gestión de Resíduos	Dirección de Enpresas

De estas funciones las mas requeridas son la operación de plantas, el servicio técnico a la producción, ventas y servicio técnico a clientes.

Desde un punto de vista docente, el primer problema que se visualiza a partir de estas definiciones es la diversidad de industrias de procesos que existen, lo que hace imposible su consideración en su totalidad en un plan de estudios.

Esto conduce a la necesidad de una estructura de enseñanza de ingeniería basada en cursos de ciencias básicas generales y ciencias de la ingeniería por especialidades principales: (Construcciones, Hidráulica, Mecánica, Electrotecnia, Electrónica, Química.) y luego una amplia oferta de cursos de postgrado en niveles de especialización, maestrías y doctorados.

Ello se comprueba en la recopilación de planes de estudio en las Universidades líderes donde lo mas importante fue la constatación que ofrecen una titulación de grado con 4 años de estudio e incluyendo una buena cantidad de materias electivas. (Esto es posible por que la habilitación profesional no la da la Universidad.) y que la especialización se alcanzaba a través de planes de Maestría y Doctorado, que coinciden con las líneas de investigación de cada Facultad.

4. Planeamiento.

Se presenta como ejemplo lo realizado en el DIQ a partir de 1960:

De la comparación con los contenidos del plan de estudios de La Plata 1960 solo se encontró falencias: 1 curso de termodinámica para ingeniería química, diferenciándolo del curso de Termodinámica para Ingenieros mecánicos. 2. curso de Control Automático de Procesos, y por supuesto la gran diferencia se concretó en la gran oferta de cursos de postgrado a nivel de Master y Doctorado, Esto último fue un objetivo a largo plazo que solo se podría intentar luego de haber formado un grupo de profesores con capacitación en el extranjero.

Con respecto a líneas de investigación de avanzada sobre el futuro se detectó las siguientes:
Control automático de procesos. Aplicación de computadoras digitales on line.
Simulación y Optimización de Procesos. Desarrollo de software aplicado.
Diseño y producción de catalizadores soportados.

Sobre el número de alumnos esperado, la inscripción en primer año había crecido desde 22 alumnos hasta 85 en un período de 5 años. La demanda de ingenieros químicos crecía por la expansión de las industrias del petróleo y petroquímica, que hacía pensar en un porvenir progresista. En consideración de datos mundiales se estableció que el porcentaje de Ingenieros Químicos sobre el total de Ingenieros podría oscilar entre 8 a 12 %, por lo que no era de esperar un crecimiento mayor de la inscripción en el primer año de la carrera. De acuerdo al deterioro normal del número de alumnos a medida que avanzan en los estudios se consideró que los cursos superiores de la carrera se integrarían en el orden de los 30 alumnos, lo que así ocurrió..

En función de dichos estudios se elaboró un plan de trabajo que consistió en una serie de objetivos para lo que había que esperar la posibilidad de su implementación, mediante la obtención de presupuestos, obtención de becas de investigación y postgrado, contratación de profesores visitantes extranjeros por períodos cortos, obtención de becas para estudios en universidades extranjeras, instalación de laboratorios de procesos y equipamiento computacional, desarrollo de un postgrado a nivel de Magister, participación en congresos científicos, etc.

Entre los años 60 y 73 se fueron cumpliendo todos estos objetivos
Se crearon las cátedras de Fenómenos de Transporte, Operaciones Unitarias, Reactores Químicos, Ingeniería de Procesos, Control Automático de Procesos.
Se obtuvieron 8 becas externas y otras tantas internas de investigación. Además se incorporaron profesionales en matemáticas, electrónica e instrumentación. Se recibieron 7 prestigiosos profesores extranjeros, se instaló un laboratorio de plantas piloto y se puso en marcha un grupo de investigaciones en ingeniería de procesos y un postgrado en nivel de Magíster con el patrocinio del Programa Multinacional de Postgrado en Ingeniería de la OEA.

Todas estas actividades se realizaron con una relación constante con la industria en la que se obtuvieron prácticas rentadas para los alumnos y se colaboró en la selección de nuevos ingenieros y con la realización de algunos trabajos de ensayo e investigación.

5. Prospectiva 2005.

El mundo se enfrenta con situaciones críticas en un plazo no demasiado largo. La siguiente es una lista de 15 desafíos globales sometida a discusión entre expertos: (Jerome C. Glenn, Director AC/UNU Millennium Project <http://www.acunu.org/millennium/chal-prot.html>).

1. Asegurar un desarrollo sostenible para todos.
2. Asegurar suficiente agua (potable, riego, industrial) para todos.

3. Asegurar un balance entre población y recursos.
4. Asegurar gobiernos democráticos en todos los países (en desmedro de gobiernos totalitarios).
5. Obtener en los países que las decisiones políticas consideren perspectivas de largo plazo.
6. Asegurar que las tecnologías de información y comunicaciones lleguen a todos.
7. Disminuir la brecha entre ricos y pobres dentro de las economías de mercado.
8. Disminuir la amenaza de nuevas y antiguas enfermedades y de microorganismos inmunes.
9. Mejorar la capacidad de toma de decisiones en las instituciones..
10. Implementar estrategias de seguridad para reducir conflictos de ética, del terrorismo y del uso de armas de destrucción masiva.
11. Asegurar que el cambio de status de la mujer ayude a mejorar la condición humana.
12. Evitar que el terrorismo internacional se convierta en un sofisticado y poderoso emprendimiento global.
13. Satisfacer la creciente demanda de energía en forma segura y eficiente.
14. Orientar y acelerar el desarrollo científico tecnológico para mejorar la condición humana.
15. Obtener que las consideraciones éticas sean rutina en las decisiones globales.

A pesar de las buenas intenciones se nota una cierta orientación desde la perspectiva de los países centrales. Sin embargo lo que interesa son las soluciones que se propongan. De todos estos temas cabe a los ingenieros una participación fundamental: en los puntos 1, 2, 3 y 13 que se resumen en:

Energía, Agua, Recursos para la Población, Desarrollo sostenible. Mejora de la condición humana por el desarrollo científico y tecnológico.

Se destaca el problema de energía que se plantea frente a la progresiva escasez del petróleo y gas. Sin embargo se sigue dilapidando energía y además por conflictos bélicos se destruyen fuentes de gran volumen. Para peor, intereses políticos impiden un libre desarrollo de yacimientos en países pobres..

El carbón y la energía nuclear, pese a los inconvenientes ambientales que se esgrimen aparecen como la única solución factible en el mediano plazo. Corresponde a la ingeniería tratar de proponer la solución de los problemas de uso de dichas fuentes, en especial para el transporte automotor y aviación.

Las llamadas energías no convencionales no tienen el potencial suficiente para contribuir sustantivamente a las necesidades de energía de la sociedad moderna, pero de todos modos su contribución puede ser valorada.

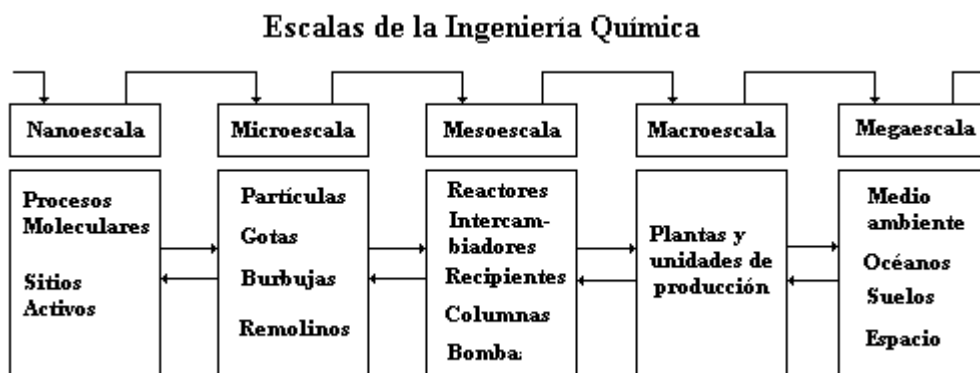
El agua es un recurso globalmente mal distribuido. Abundante al punto de producir ingentes daños en algunas localizaciones y escaso en otras.. Es importante para asegurar el aumento de la producción de alimentos, implementando sistemas de riego en zonas áridas o semiáridas. Ello involucra además la producción de fertilizantes. La obtención de agua potable por desalinización puede ser una fuente complementaria para zonas donde el agua es un recurso muy escaso.

El desarrollo sostenible involucra la conservación de recursos renovables, pero exige un planeamiento detallado algo incompatible con economías de mercado. Exigirá de trabajo de

equipos multidisciplinarios que además puede encontrarse con una limitación física insalvable para satisfacer la demanda de una población creciente.

6. Investigación en Ciencias de la Ingeniería.

En la figura se presenta el siguiente esquema debido a Villermaux, ENSIC. Nancy.



El Ingeniero Químico se inició en la macroescala y creó las operaciones unitarias para manejarla con precisión. La mesoescala necesitó de los modelos de base que fueron el medio continuo y los fenómenos de transporte y con ellos se mejoró la eficiencia de las operaciones unitarias. La nanoescala tiene sus fundamentos en la mecánica cuántica y los modelos moleculares.

Los fenómenos de la microescala no tienen una teoría integradora y son poco conocidas las leyes que gobiernan interfases y coloides

Tampoco son conocidos los mecanismos fundamentales de la megaescala que necesitan modelos integradores globales, no necesariamente basados en los fenómenos de los niveles mas bajos.

En la Nanoescala, Microescala y Megaescala se encuentran los campos mas fértiles de investigación científica y desarrollo de las ciencias de la ingeniería.

En la megaescala está la esperanza de poder controlar los problemas del medio ambiente (dispersión de emisiones, efecto invernadero, ahujero de ozono, etc) que tanto preocupan a toda la humanidad.

En la nanoescala residen los fundamentos de la altas tecnologías que constituyen la base del ciclo económico actual.

Los chips, microprocesadores, celdas fotovoltaicas, etc son elementos sólidos en los que se inducen en puntos o planos localizados, reacciones químicas controladas en los que el reactor es el producto que se está fabricando. Como producir estos elementos en serie y en gran escala es también un problema de ingeniería química.

De esta manera, el ingeniero químico se estaría transformando en un ingeniero de producto, además de un ingeniero de proceso, a lo que estaba dedicado en la era de los fenómenos de transporte.

En la ingeniería de producto se trata de configurar un producto de utilidad para los mercados de consumo, que se definiría en base a sus propiedades. Mediante bases de datos de modelos moleculares se determinarían los productos que por su fórmula molecular podrían tener las características deseadas.

Por la aplicación de los mismos modelos moleculares y aplicados de la mecánica cuántica se pueden determinar los pasos necesarios de reacción para llegar a ese producto a partir de sustancias conocidas.

Estos trabajos son ya posibles y se explotan comercialmente, aunque claro no evitan luego seguir el camino tradicional de las experiencias de laboratorio y plantas piloto, como también el ensayo comercial del nuevo producto.

El ingeniero químico ya venía trabajando en los niveles de la nanoescala, donde el modelo del medio continuo no se aplica. Tal es el caso de los catalizadores con estructuras cristalinas y moleculares diseñadas específicamente, que permiten alcanzar selectividades cercanas al 100% en reacciones predeterminadas. En este sentido una nueva revolución se espera conciertos compuestos organometálicos.

Asimismo se puede ir adelantando en el diseño de reactores robóticos en los que los reactivos y productos son obligados a seguir una secuencia de condiciones que son controladas por computadoras punto a punto utilizando mecanismos de aporte de energía dirigidos como ultrasonido, microondas, laser y con sensores no convencionales, que tomen en cuenta propiedades hasta ahora raramente usadas en el control de procesos como olor, sabor, color, transparencia.

7. Tecnologías de enseñanza.

En los años 50 había en la Argentina solo 8 Universidades (todas del Estado) y las Facultades de Ingeniería contaban con suficiente demanda de estudiantes. Entre esas Universidades estaba la Tecnológica, que se había creado como Universidad Obrera y que funcionaba con cursos nocturnos (En un principio había que acreditar estar trabajando en una fábrica, lo que daba al estudiante una práctica profesional. Los profesores, con algunas excepciones de materias básicas, provenían de la actividad profesional en fábricas y empresas. Con esta organización la calidad de los egresados era bastante deficitaria, pero con el esfuerzo de profesores y alumnos han conseguido tener una excelente aceptación y con la proliferación de facultades regionales en todos los grandes centros poblacionales dieron una salida económica a estudiantes de pocos recursos que no podían pagar su traslado a los centros en donde estaban radicadas las Universidades tradicionales y que además necesitaban de su propio trabajo para su propio sustento y el de sus familias. Hoy en día es la Universidad con mas inscriptos en Ingeniería.

La conclusión de esto es que la problemática social no es ajena a las formas de enseñanza.

La proliferación de computadoras personales de bajo precio y de alta capacidad, mas las facilidades de comunicación que da la red de Internet hacen posible un cambio importante en la Enseñanza de la Ingeniería, tanto en un sentido de mejorar la eficacia de la enseñanza como en reducir costos para los estudiantes..

Los niveles de aplicación de la computadora en la enseñanza son variados: a) se puede utilizar como una ayuda pedagógica en un curso clásico de clase magistral, b) cursos semipresenciales donde las clases y ejercicios se envían por computadora y en el aula se realizan discusiones, ejercicios y las evaluaciones o c) en la llamada aula virtual en la que todas las actividades del aula se realizan mediante la computadora. Esta última modalidad se inscribe dentro de la llamada *educación a distancia*.

El *aula virtual* consiste en un espacio cerrado en Internet al que solo acceden el profesor y los alumnos inscriptos en el curso. En dicho espacio se encuentra accesible el material

didáctico y bibliografía obligatoria del curso. Este material puede imprimirse para mejor comodidad pero no se puede alterar. (Se usan formatos pdf o html. Programas Adobe)
La lista de alumnos y profesores puede incluir fotografía, currículo de presentación de c/u, y dirección de e-mail interna en el curso.

Mensajes del profesor es un canal de comunicación en un solo sentido. (Profesor hacia alumnos). El profesor indica el contenido de cada clase, da instrucciones sobre como estudiar, solicita ejercicios y cuestionarios, establece plazos para las entregas, etc.

Canales de correo. Los alumnos mandan al profesor sus preguntas, respuestas a ejercicios y cuestionarios, etc., por su casilla personal de correo interno. El mensaje no es visible a los otros alumnos. El profesor puede responder en la misma forma, pero si la respuesta es de interés general lo hace por el canal de mensajes del profesor, manteniendo el anonimato del alumno que hizo la pregunta.

Canal de Debates: es un foro de discusión sobre la temática del curso. Las comunicaciones son de todos a todos (alumnos y profesor pueden actuar como emisores o receptores de mensajes). El profesor actúa como moderador y es el único autorizado para proponer temas de debate.

Foro abierto: es también un canal de comunicación de todos a todos pero los temas no están restringidos a lo estrictamente académico de la materia y pueden ser propuestos por el profesor o por cualquiera de los alumnos. Pueden tratarse temas de interés general o específicos del curso, como organizar una reunión social o una visita a una fábrica, etc.

La *plataforma de e-learning* se completa con servicios de chat, mensajes con sonido, presentaciones animadas.

Todas las comunicaciones quedan grabadas y permiten evaluar la actividad de los alumnos. Por ejemplo se puede averiguar quienes han bajado las clases y mensajes del profesor. Se ha probado que esta modalidad de enseñanza es mas eficiente que la clásica presencial. Sin embargo requiere mucha mayor dedicación del profesor que tiene que preparar los textos y ejercicios cuidadosamente y responder por escrito rápidamente a las preguntas de los alumnos.

Una dificultad y a la vez una utilidad adicional de este procedimiento de enseñanza es el hecho que todos, alumnos y profesores debe comunicarse por escrito y con gráficos estáticos y dinámicos. Con ello se puede lograr una mayor calidad en la capacidad de comunicación escrita de los estudiantes, lo que es muy importante en la práctica profesional. Además los cursos se ayudan con investigaciones dentro de la red de internet.

Aunque el progreso de esta modalidad de enseñanza está íntimamente relacionado al progreso y sofisticación de la tecnología, el éxito y la calidad de cada curso depende siempre de la capacidad pedagógica del profesor.

La modalidad aparece como ventajosa en los cursos de especialización que toman personas que trabajan y residen lejos de la Universidad. Un curso muy especializado que tiene pocos alumnos puede alcanzar de esta manera un número de alumnos que lo justifique cubriendo todo el país e inclusive otros países.

Esta modalidad ha sido experimentada en un curso de especialización en Petroquímica, la que ha sido recibida por alumnos de lugares como: La Plata, Mendoza, Neuquen, Bahía Blanca, Zárate, Río Tercero y Tarija (Bolivia). Los alumnos manifestaron singular beneplácito por la oportunidad de capacitación, imposible de otra manera por razones económicas y geográficas.

Conclusiones.

Los estudios de prospectiva de ciencia, tecnología e ingeniería en el contexto de la Universidad son de gran utilidad para mantener actualizados los contenidos de los planes de estudio de las diferentes especialidades de la ingeniería; preparar los planes de desarrollo de la Facultad de Ingeniería en cuanto a capacitación docente y equipamiento de laboratorios; establecer líneas de investigación prioritarias en relación a las necesidades del país.

Asimismo se considera que la capacitación que se pueda alcanzar en la realización de estudios de prospectiva permitiría la realización de trabajos de consultoría para instituciones del gobierno nacional, provincial o de municipios, como así también de empresas privadas.

Finalmente se han presentado como temas de trabajo en Ingeniería: fuentes primarias de energía sustitutivas del petróleo y administración eficiente de la energía; administración de los recursos de agua y de nutrientes para la expansión de la frontera agrícola ganadera; proyectos de ingeniería en un marco de desarrollo sostenible.

Referencias.

Miguel de Santiago. .La Ingeniería Química: orígenes, evolución, grandes logros y perspectivas. Conferencia de Incorporación a la Academia de la Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires. La Plata 18 de Octubre de 1996.

Gerardo Gargiulo. Apuntes sobre Prospectiva Tecnológica. Secyt. Buenos Aires. 10 de Octubre de 2001.