



**21 de setiembre  
día de la ciencia  
y la técnica  
en la provincia  
de buenos aires**

**CIC**



**provincia  
de buenos aires  
gubernación**

**comisión  
de investigaciones  
científicas**

21 de setiembre  
día de la ciencia  
y la técnica

**albert einstein  
1879 - 1979**

## **AUTORIDADES DE LA PROVINCIA**

### **Gobernador**

Gral. Br. (R) Ibérico M. Saint Jean

### **Ministro de Gobierno**

Dr. Gualberto H. Mostajo

### **Ministro de Economía**

Dr. Raúl P. Salaberren

### **Ministro de Obras Públicas**

Ing. Pablo R. Gorostiaga

### **Ministro de Educación**

Gral. Br. (R) Ovidio J. A. Solari

### **Ministro de Salud**

Cnel. Méd. (R) Joseba K. de Ustaran

## **AUTORIDADES DE LA C.I.C.**

### **DIRECTORIO**

#### **Presidente**

Dr. Juan José Gagliardino

#### **Directores**

Dr. Alejandro Jorge Arvía

Dr. Horacio Homero Camacho

Dr. Juan Modesto Dellacha

#### **Asesores Honorarios de la Presidencia**

Dra Lydia E. Cascarini de Torre

Dr. Sadí Ubaldo Rifé

#### **Secretario**

Lic. Guillermo Enrique Nápoli

DECRETO Nº 4.332.

La Plata, 1º de setiembre de 1976.

Visto el presente expediente Nº 2.100 - 11.856/976, en que obra la propuesta formulada por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, en el sentido de rendir un homenaje al Dr. Bernardo A. Houssay, y

Considerando:

Que dicha propuesta consiste en rendir el homenaje que aún se debe a un argentino que alcanzara importancia científica universal, de cuya desaparición se cumple el próximo 21 de setiembre el 5º aniversario;

Que el Dr. Houssay fue un ejemplo para todos los argentinos, tanto el estudioso dedicado a la investigación, como el que lucha por despertar la vocación por la ciencia y la tecnología, seguro de la trascendencia que ambas adquieren en función del progreso de los pueblos;

Que la rememoración y homenaje que se propicia al que fuera primer Premio Nobel de Ciencias de Latinoamérica, importa un reconocimiento a la figura de quien dio su ejemplo para la juventud argentina constancia y perseverancia en el esfuerzo creativo;

Que es deseo del Gobierno de la Provincia reafirmar en el aniversario de su fallecimiento la importancia que la ciencia y la técnica tienen en el bienestar espiritual y material de la humanidad;

Por ello, el Gobernador de la Provincia de Buenos Aires

DECRETA:

Art. 1º — Rendir el homenaje del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires a la memoria del Primer Premio Nobel de Ciencias de Latinoamérica, Dr. Bernardo A. Houssay, al cumplirse el 5º aniversario de su fallecimiento el día 21 de setiembre de 1976, mediante la colocación de un monolito y placa recordatoria en Plaza Rocha, de esta ciudad.

Art. 2º — Establecer el día 21 de setiembre de cada año, como Día de la Ciencia y la Tecnología en el ámbito de la provincia de Buenos Aires.

Art. 3º — El presente decreto será refrendado por los señores ministros secretarios de los departamentos de Educación y de Gobierno.

Art. 4º — Comuníquese, publíquese, dése al Registro y al "Boletín Oficial", y pase a conocimiento de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires.

IBERICO SAINT JEAN

Ovidio J. Solari

Jaime L. Smart

## INTRODUCCION

Las posibilidades de un país de jugar un rol portagónico frente a los cambios que determinaran la fisonomía del mundo futuro, dependen en gran medida de la disponibilidad de una adecuada estructura científica y tecnológica capaz de inducir las modificaciones necesarias para una rápida adaptación a esos cambios.

La eficiencia de esta última se apoya en dos aspectos. El primero de ellos, sin duda el fundamental, es contar con una alta capacidad de creación de ideas y de conocimientos. Esto exige la más alta calidad intelectual distribuida en un número suficiente de científicos, rodeados de condiciones de vida que hagan posible el desenvolvimiento de aquella capacidad. Y, en segundo lugar, de una política de Ciencia y Tecnología coherente que la conduzca, mantenga y alimente en forma continua y sostenida.

La conjunción armoniosa de estos dos aspectos permitirá cuidar celosamente del tamaño de la comunidad científica, asegurando un permanente aporte a jóvenes investigadores. Serán ellos quienes garanticen la continuidad de la investigación científica y tecnológica, proyectada en una incesante búsqueda del conocimiento para contribuir al perfeccionamiento del hombre y a mejorar sus condiciones de vida sobre el planeta.

La responsabilidad de esta acción sistemática exige una especial vocación de servicio, en particular de aquellos investigadores que por sus dotes morales e intelectuales asumen un papel decisivo en la formación de otros investigadores y en la promoción de los más capaces para desempeñarse en el área de la Ciencia y la Tecnología. En este sentido, nuestro país ha ocupado un lugar destacado en la comunidad científica internacional, por hombres que hoy son reconocidos como maestros de las nuevas generaciones de científicos. A un grupo de ellos, la CIC, con motivo del 3º aniversario de la instauración del 21 de setiembre como día de la Ciencia y la Técnica en la Provincia de Buenos Aires, les ha solicitado su opinión sobre aspectos esenciales del quehacer científico y tecnológico.

Cada texto, es el resultado de una auténtica experiencia cuyos frutos son bien conocidos. Que ello sirva de estímulo y de guía para las generaciones jóvenes que en la Provincia de Buenos Aires y en el resto de nuestro país, se esfuerzan en el progreso de la Ciencia y la Tecnología y en su proyección a todas las actividades del hombre.

**Dr. Juan José Gagliardino**  
Presidente de la  
Comisión de Investigaciones Científicas

## CONSIDERACIONES ACERCA DE LA INVESTIGACION TECNICO - CIENTIFICA SOBRE MATERIALES

por Eduardo R. Abril

La investigación técnico - científica ha pasado a ser una actividad fundamental en la vida de las naciones. Su influencia sobre el medio social se vincula con la contribución de dicha actividad a la mejora del nivel económico social y cultural de los pueblos.

Puede argumentarse que, por su costo, ciertas tareas de investigación técnico - científica deberían ser realizadas sólo por los países con mayores posibilidades económicas, y que las naciones de menos recursos podrían beneficiarse con los resultados de dicha actividad. Creemos sin embargo, que nadie duda hoy que toda nación que pretenda progresar económica, social y culturalmente, debe fomentar las tareas propias de investigación técnico - científica, al más alto nivel posible. Como decía el Dr. Houssay: "las naciones no hacen investigación porque son poderosas, sino que son poderosas porque hacen investigación".

Las ventajas de todo tipo derivadas de la actividad de investigación técnico - científica en un país, no pueden lograrse si éste no se prepara para encarar seriamente esa actividad. Sólo con buenos investigadores se puede realizar una actividad útil en investigación; la elección de áreas y de temas, es menos importante.

La investigación técnico - científica sobre materiales corresponde a un área en la cual el aprovechamiento (particularmente económico) de los resultados, puede ser más inmediato que en otras. Ello se debe a que la investigación sobre materiales se vincula con el progreso tecnológico, que avanza más rápidamente que el de otras actividades humanas.

Para analizar la importancia social de la actividad de investigación que se cumple en nuestro país, en el área de los materiales, conviene dividir a dicha actividad en los siguientes campos:

- 1.— Adaptación al medio de tecnologías modernas.
- 2.— Desarrollo de nuevas tecnologías y materiales.
- 3.— Investigación básica sobre materiales.
- 4.— Estudios vinculados en forma directa con el uso racional de los materiales.

En relación con "la adaptación al medio de tecnologías modernas", la principal tarea ha sido y sigue siendo desarrollada por investigadores que se desempeñan en las empresas industriales oficiales y privadas. La cooperación que presentan en éste sentido los Centros de Investigación ha resultado siempre muy positiva, pero no se ha logrado un clima adecuado de entendimiento que facilite un mejor aprovechamiento de las posibilidades de una colaboración más estrecha.

En ciertos casos, los centros de investigación realizan por sí sólo tareas de desarrollo de tecnologías modernas, con la esperanza de poder interesar a las industrias en su aplicación y perfeccionamiento futuros.

Una mayor participación de las empresas en la elección de las tecnologías a desarrollar por los centros, podría permitir un mejor aprovechamiento de los esfuerzos.

Un aspecto digno de tenerse en cuenta, respecto a la adaptación de tecnologías modernas, se vincula con la compra de tecnologías. Esta actividad exige que tanto las industrias como el gobierno (que debe autorizar las radicaciones), cuenten con personas (que

deben ser básicamente investigadores) capaces de valorar los méritos relativos de distintas opciones de compra de tecnología, así como la conveniencia de hacer ese tipo de operaciones, frente a la posibilidad de resolver el problema de otro modo. Este tipo de actividad es un factor muy importante en relación con la justificación de la inversión que un país haga en la formación de investigadores tecnológicos.

Una vez decidida una compra de tecnología, se debe contar con personal adecuado para su implementación práctica. Esta no puede hacerse sin la utilización de investigadores locales, pues la puesta a punto de una tecnología, aún cuando ella haya sido contratada, presenta una infinidad de problemas que los vendedores por sí solos no pueden resolver. El problema es sin duda más complejo cuando se trata de implementar, como se ha hecho muchas veces en el país, una tecnología extranjera sin ayuda exterior.

Las tareas de adaptación de tecnologías que realizan los centros de investigación, cuando ellas no se vinculan con pedidos específicos de las industrias, deberían ser programadas con la finalidad de hacer posible el desarrollo de "nuevas tecnologías o nuevos materiales". Este otro campo de investigación despierta en nuestro país poco interés por parte de los industriales debido al grado de desarrollo industrial alcanzado, y a la prioridad que los industriales dan a la solución de problemas más inmediatos.

Resulta sin embargo importante, desde un punto de vista social, fomentar este tipo de actividades, no sólo por las ventajas de toda clase que pueden vincularse con logros

concretos, sino también porque la actividad en ese campo favorece el desarrollo de una capacidad creativa que puede resultar de gran utilidad en otras funciones que los investigadores puedan tener que desempeñar. Esa capacidad se vincula con la aplicación de conceptos científicos de alto nivel, en la solución de problemas prácticos.

Es bien sabido que, en el estado actual del desarrollo tecnológico, es imposible alcanzar nuevos logros importantes por el procedimiento (que fue muy efectivo en el pasado), llamado de prueba y error, que consiste en programar experiencias, sobre bases de carácter exclusivamente intuitivo. Hoy en día, si la programación no se hace sobre la base de sólidos conocimientos científicos, las probabilidades de éxito son prácticamente nulas, pues las posibilidades de los métodos de prueba y error están prácticamente agotadas.

El llegar a concretar una innovación tecnológica fundamental, requiere una costosa infraestructura que exige casi siempre llegar a la implementación de plantas piloto. Esta etapa no es sin embargo imprescindible, si lo que se busca es plantear una posibilidad de solución, cuya verificación a nivel aplicativo puede ser investigada por otros.

Esa posibilidad de solución puede basarse en la formulación de modelos interpretativos de los fenómenos involucrados, y la realización de un relativamente reducido número de experiencias claves, a nivel de laboratorio.

Lo dicho para el desarrollo de nuevas tecnologías y materiales es en gran parte aplicable a la "investigación básica sobre materiales".

También aquí los desarrollos resultan costosos por la necesidad de llevar a cabo experiencias confirmatorias con equipos complejos, y personal muy especializado en tareas experimentales, pero el desarrollo de ideas originales, utilizando información bibliográfica, puede hacerse fundamentalmente sobre la base de la capacidad creativa de los investigadores.

Pensamos que en nuestro país, sobre todo por el prestigio que para él puede representar, se debería tratar de incrementar la actividad creadora, en el campo de la investigación básica, frente a la alternativa de realizar sólo tareas adicionales de verificación experimental de teorías que se están elaborando en otros países. Es verdad que la realización de esas tareas experimentales de verificación constituyen un campo muy adecuado de formación de investigadores, pero es necesario controlar esa actividad, para evitar que pudiera criticarse una inversión excesiva de fondos oficiales en actividades de investigación que reporten pocos beneficios al país.

En relación con el amplio campo de investigación que hemos denominado "estudios vinculados en forma directa con el uso racional de los materiales", se realizan en el país distintos tipos de tareas.

Las de utilidad económica más inmediata son las que se llevan a cabo (sobre todo en laboratorios de empresas o en centros de investigación) para resolver problemas que surgen durante el funcionamiento normal de una empresa industrial.

El carácter de estos problemas requiere muchas veces una gran capacitación de los investigadores encargados de resolverlos.

La necesidad de mejorar permanentemente el uso racional de los materiales, promueve la realización de tareas de investigación de más largo alcance, que se vinculan por ejemplo con el desarrollo de nuevos métodos de cálculo de estructuras resistentes (basados en un mejor conocimiento de las propiedades de los materiales), o con mejoras en el comportamiento mecánico de los materiales (a través de una profundización del conocimiento de sus estructuras y tratamientos)

Las ventajas vinculadas con los resultados de las investigaciones destinadas a lograr un aprovechamiento más racional de los materiales, son evidentes. Al igual de lo que sucede con los productos alimenticios y con la energía, el evitar consumos innecesarios de materiales es fundamental para el desarrollo económico de un país.

## CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

por Pedro Cattáneo

En la sociedad contemporánea la explosión demográfica se, acompaña de una tendencia cada vez mayor hacia la convivencia en grandes centros de población. Consecuentemente es cada vez menor el número de habitantes que producen sus propios alimentos.

Estos, fundamentalmente, derivan de la conversión de las materias primas del agro en una gran variedad de alimentos elaborados y preservados, por aplicación de los principios y métodos de la Ciencia y Tecnología de Alimentos. Sin embargo, se ha probado que los alimentos que satisfacen el hambre no son, necesariamente, los mismos que capacitan al hombre para alcanzar un nivel óptimo de vida. Consideraciones de índole religiosa, sociales, de hábitos alimenticios (entre otros) inciden cuali y cuantitativamente sobre los aspectos nutricionales.

Dentro de 25 años la población mundial no será menor de siete mil millones de habitantes, estimándose que actualmente no menos de cuatrocientos millones no satisfacen sus requerimientos mínimos nutricionales diarios. Por ello al presente y con mayor razón en el futuro, se plantea la necesidad de resolver serios problemas de producción, tratamiento, preservación, estacionamiento y distribución de alimentos satisfaciendo la demanda en cantidad y en calidad. El esfuerzo a realizar en materia de investigación y producción, debe dirigirse hacia los siguientes **objetivos**:

- 1.— Proporcionar alimentos sanos, sin riesgos para la salud
- 2.— Garantizar valores nutricionales adecuados

- 3.— Preservar materias primas y alimentos del deterioro y asegurar su suministro
- 4.— Incrementar la "aceptabilidad de los alimentos"

Si bien los métodos de preservación de materias primas y de elaboración masiva de alimentos siguen siendo, fundamentalmente, los tradicionales, **la Industria Alimentaria del presente es y será, cada vez más, una empresa científica**. El conocimiento de las Ciencias Básicas y de sus interrelaciones es indispensable para lograr productos finales que cumplan condiciones de estabilidad, aceptabilidad, inocuidad, valor nutritivo, etc., en razón de la complejidad de las transformaciones de índole química, física y biológica que pueden tener lugar. Los **aspectos enzimáticos** de una materia prima respecto a su actividad por liberación, por adecuación hacia sus óptimos de actividad durante el tratamiento (en efectos útiles o indeseables), el uso de enzimas en los tratamientos o su inactivación o inhibición, son motivo de estudio permanente.

Los **aspectos microbiológicos** en tanto se vinculan al grado de contaminación y tipo de flora de una materia prima o de un producto elaborado, al uso de microorganismos en la producción de alimentos o de productos a utilizar en sus elaboraciones, la consideración matemática de la destrucción térmica de microorganismos o por aplicación de otras formas de energía, constituyen parte esencial de la actividad de investigación y de elaboración modernas. En sentido tecnológico, la microbiología de alimentos debe señalar soluciones adecuadas para reducir el grado de contaminación y tipo de flora ini-

cial de una materia prima hacia otro final preestablecido o límite.

Las verificaciones científicas en el campo biológico (por aplicación rigurosa de métodos preestablecidos) han permitido fundar la "**Filosofía del uso de los llamados Aditivos Alimentarios**". estableciéndose valores de ingestión diaria admisible (IDA) para los que hayan merecido aprobación y puedan integrar las denominadas **Listas Positivas de Aditivos Alimentarios**. Esa filosofía, indefectiblemente, debe ser conocida por tecnólogos y productores. Un tema vinculado se refiere al uso adecuado de **plaguicidas, pesticidas** y aún de **fertilizantes** en "pro" del incremento de la producción agropecuaria, temas que han llevado al estudio y vigencia de legislaciones particulares y a la realización de controles permanentes oficiales o en plantas de elaboración. También aquí la investigación es permanente, perfeccionando las metodologías de apreciación toxicológicas debiéndose, caso necesario, reconsiderar a integrantes de listas positivas de aditivos alimentarios, niveles residuales de plaguicidas y a materias primas (principalmente de origen vegetal) que intervienen en la alimentación de ciertos grupos humanos. La posición de un científico sobre estos temas es delicada. En efecto, se ha dicho que "las cuestiones que pertenecen a la polución ambiental, inocuidad del ambiente, inocuidad y calidad de los alimentos, pesticidas o aditivos, son temas emocionales para muchos miembros opinantes de nuestra sociedad. Las declaraciones que se relacionan a esos temas atraen de inmediato la atención. Por consiguiente es importante que las informaciones

procedentes de científicos dirigidas al público sean exactas, balanceadas y objetivas, evitando crear un sentido de alarma cuando no existe razón de inquietud".

El avance en el conocimiento básico y aplicado ha contribuido en forma notable al desarrollo y perfeccionamiento de la **Legislación Alimentaria**, tan propia de este siglo. Cualquiera sea su jurisdicción, la legislación alimentaria moderna debe ser clara y concreta en sus definiciones, proveer valores límites representativos, no posibilitar interpretaciones erróneas y contener disposiciones rigurosas sobre aditivos alimentarios y contaminantes y sobre higiene industrial, debiendo complementarse con métodos de análisis debidamente comprobados para ser aplicados en forma uniforme. No puede ser estática, sino dinámica y actualizable permanentemente, posibilitando el desarrollo de la industria al incorporar nuevos procesos, diversificando la producción, etc.. En función del tiempo y además de cubrir las prácticas prohibidas, será cada vez más exigentes respecto de valores nutricionales.

Las actividades de investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos aumentan de continuo, si bien y hasta no hace muchos años no se les reconoció un ritmo de apoyo adecuado. Estas disciplinas ocupan una posición vital en el mundo del presente, desde que les compete el hallazgo de nuevas fuentes para la producción de alimentos, la elaboración de productos alimenticios nutricionalmente adecuados (particularmente en relación a proteínas) y el desarrollo de nuevos métodos de preservación, especialmente los de bajo costo.

La inmensa tarea a desarrollar necesitará obviamente, el apoyo de cultores de muchas disciplinas vinculadas (básicas y aplicadas). La **disponibilidad de personal idóneo** útil a la Industria Alimentaria alcanza todos los niveles. El superior o universitario debería, preferentemente, en cursos de "post-grado", surgir de egresados con sólida formación básica previa indispensable. Docencia e Investigación simultáneas en el docente con-

formarían una mejor capacitación de los estudiantes. Entre estos últimos los más aptos, una vez agregados, deberían iniciarse y luego perfeccionarse en investigación básica y aplicada en Ciencia y Tecnología de Alimentos, primero en el país y luego, si ha lugar, en Centros destacados del exterior. Esta parece ser un camino razonable, con vista al futuro, para evitar o aminorar los tan mentados "estancamiento" y "dependencia".

## CIENCIA Y TECNOLOGIA EN QUIMICA ORGANICA

por Venancio Deulofeu

Departamento de Química Orgánica. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Ciudad Universitaria, Pabellón 2; 1428 Buenos Aires.

Una parte de nuestro mundo vive hoy en una época que podría llamarse de la ciencia y la tecnología. Crea la primera y la utiliza para producir la segunda. Hasta hace pocos años, la otra parte ha deseado disponer de la segunda, porque se pensaba que mediante el empleo de tecnologías de avanzada, se aseguraba una elevación del nivel de vida de sus habitantes.

Las cosas no resultaron tan simples. Aplicar una tecnología avanzada requiere otras condiciones, que no son solamente las económicas, para comprarla con dinero propio o prestado. Es necesario un nivel de educación y de cultura y una capacidad administrativa y técnica que no siempre se dan. Además era importante que quienes decidieran las adquisiciones de esta clase, tuvieran una visión muy completa sobre el impacto que podía producir en su país.

Han ocurrido fracasos en la aplicación de esas tecnologías, pues no han resuelto los problemas que determinaron su adquisición. Uno de los casos más simples y más mencionado, ha sido la compra de tecnologías del tipo denominado "Capital intensiva" por parte de países que tenían abundante mano de obra de bajo costo sin utilizar. Pero las fuentes de trabajo no aumentaron lo esperado. A veces, se creaban otros problemas, en particular de contaminación del aire, aguas o suelos.

Toda tecnología actual tiene sus raíces en estudios realizados aplicando métodos

científicos objetivos, que se aplican desde las matemáticas hasta las ciencias biológicas, a todo lo que rodea al hombre y del hombre mismo.

La frase tan empleada, que no hay separación entre la ciencia y la tecnología, tiene mucho de cierto, pero es una realidad cada vez mayor, que actualmente, salvo pocas excepciones, al comienzo de todo progreso tecnológico se encuentra siempre, un laboratorio de investigación básica, que en nuestra época puede estar en una universidad, en un instituto u organismo similar, estatal o privado, o en una empresa, como lo demuestra que más de un recipiendario del Premio Nobel, lo ha merecido por sus trabajos en laboratorios industriales.

La historia del progreso tecnológico demuestra esta premisa y el caso de la tecnología química es uno de los mejores ejemplos para demostrarlo. La química llegó a ser una ciencia posteriormente a las matemáticas, la astronomía y la física. En la época previa se había acumulado una buena cantidad de información sobre determinadas riquezas naturales y preparado un cierto número de sustancias químicas definidas. Concurrieron a estos resultados alquimistas y artesanos y estudiosos cuyo deseo era conocer mejor a la naturaleza.

Las tentativas de interpretar esta acumulación de conocimientos en forma coherente no tuvieron éxito, hasta Lavoisier habiendo obtenido información que un nuevo gas, al que llamó oxígeno, formaba parte del aire y facilitaba las combustiones, formuló en 1777 su teoría sobre las mismas y demostró la importancia de emplear la balanza

en forma permanente, en los estudios sobre las reacciones químicas. El ciclo que permite considerar a la química como una ciencia se cerró en 1808, cuando Dalton enunció la llamada entonces **teoría** atómica, hasta que dejó de serlo cuando se pudo demostrar experimentalmente la existencia de los átomos.

Desde entonces el empirismo, abandona a la química como ciencia y como tecnología. Un conjunto de industrias sienten este impacto que les ha de permitir mejorar sus métodos de fabricación y sus productos; son las dedicadas a la producción de metales, de álcalis y ácidos, de pigmentos, colorantes y mordientes, de cristales, jabones, explosivos, medicamentos, alimentos, etc.

Hasta entonces habían estado en manos de artesanos e inventores, que menudo poseían el genio de la innovación y las habían hecho progresar. En adelante, aunque en forma lenta, intervendrían los investigadores que interpretarían los procesos en términos de la nueva química. Fueron ayudados posteriormente al establecerse las dos leyes de la termodinámica, que les permitió obtener rendimientos máximos, con las máquinas térmicas empleadas.

En la segunda mitad del siglo diez y nueve, ningún país había organizado como Alemania, la investigación científica básica y su traslado a la tecnología. La química fue uno de los mejores ejemplos de esta simbiosis. No sólo la industria creó sus propios laboratorios de investigación, sino que tomó contacto con los profesores universitarios más destacados, para conocer sus trabajos y utilizarlos como consejeros. Basta mencionar dos casos bien conocidos de esa época. La a-

lizarina y el índico, colorantes costosos, de gran empleo y de origen vegetal, fueron sintetizados primero en las universidades y luego la industria se encargó de su producción masiva. Aparte, en el primer decenio del siglo veinte, Alemania creó un conjunto de institutos que sólo realizarían investigaciones, en muchos casos de naturaleza básica, sin que su personal tuviera tareas de enseñanza. Los estudios básicos para establecer las condiciones de fabricación del llamado amoníaco sintético fueron realizados por Haber, director de uno de esos institutos y sobre esa base se organizó la producción integral, que por primera vez enfrentaba el trabajo a altas temperaturas y altas presiones.

Los dos primeros ejemplos muestran además la misión tecnológica que ha tenido la química orgánica, como es la de producir a partir de materiales naturales, sustancias a veces más simples, en otros casos más complejas, para obtener productos útiles para el bienestar de la humanidad.

Basada en la química del carbono, sus grandes materias primas han sido el carbón y el petróleo (recursos no renovables) y los vegetales y animales (recursos renovables).

Del petróleo se han producido variados productos, destinados específicamente a producir energía térmica y además, en menor escala, un conjunto variado de materias primas que han permitido obtener plásticos para empleos cada vez más específicos; para producir caucho sintético, fibras textiles, precursores de pigmentos y colorantes, de pesticidas, herbicidas, etc. Del carbón se ha logrado, entre muchos otros materiales, su transformación en combustibles líquidos,

por varios métodos olvidados hasta hace poco por resultar antieconómicos, pero que pueden volver a surgir en la crisis actual. Los métodos industriales no comenzaron por un azar en las plantas de producción, sino que fueron el resultado de una labor previa de investigación básica.

Que puede hacerse en la Argentina ante un panorama como el anterior. En primer lugar tratar de llegar a los mejores niveles de enseñanza posible, incluyendo estudios complementarios de otras ciencias, en particular la física, cuya interacción con la química es cada vez mayor.

En los estudios de química orgánica, dentro de los grados que se acuerden, el título de Doctor debe requerir en todos los casos la defensa de una tesis original. Una etapa en un laboratorio extranjero de la más alta calidad, ha dado siempre resultados excelentes en la formación definitiva de un egresado.

Quienes han pasado por estas etapas han revelado capacidad para seguir siendo investigadores básicos o bien incorporarse a la industria. Los investigadores deben ser considerados especialmente en sus remuneraciones para poder vivir dignamente y en la facilidad para obtener elementos de trabajo, y crear una familia. De otra manera una proporción se dedicará a la industria o a las actividades privadas y se perderán como los mejores candidatos para continuar en nuestro país las investigaciones que se han realizado en química orgánica, llevándolas a un nivel cada vez más alto.

Dos dificultades importantes en parte por sus costos elevados se presentan para rea-

lizar investigaciones en química orgánica tanto en su aspecto básico como en el tecnológico; la falta de información y de aparatos de base física, para poder establecer con rapidez las propiedades de nuevas sustancias, incluso su estructura y aún el proceso por el cual las produce una reacción. Sólo un principio de cooperación, por lo menos en el ámbito oficial, puede disminuir los costos.

Cuando por su propio deseo o por necesidad, los egresados bien formados se han incorporado a la industria, no han tenido inconvenientes en su actuación, tanto en los laboratorios como en las plantas de producción. A veces han conseguido introducir modificaciones tecnológicas que han mejorado el proceso. Algunos, con el tiempo, han llegado a crear su propia industria.

El problema de la investigación tecnológica en química orgánica, y lo mismo puede extenderse a otras ramas de la química es más complejo, sobre todo tratándose de la gran industria. Muchas personas desconocen la diferencia entre la adaptación de una tecnología y la creación de una nueva tecnología. La adaptación de una tecnología es una necesidad al trasladarla de un país a otro y aún en distintos lugares de un mismo país. Es difícil que podamos efectuar creaciones que determinen una diferencia fundamental con los procesos existentes (el **break through** del idioma inglés), que tenga un valor tecnológico y también un valor económico en el mercado internacional, para lo cual es necesario la toma de patentes de las llamadas duras. El costo de las grandes y novedosas creaciones tecnológicas, ha sido en los últimos tiempos de un orden casi igual y a veces superior, a la instalación de una planta industrial en Argentina.

## CIENCIA Y TECNOLOGIA – RECURSOS HUMANOS

por Ernesto E. Galloni

En los años 60 nos visitó uno de los más destacadas científicos de ese tiempo, el Dr. R. Oppenheimer, quien dijo, en sus "Meditaciones sobre la ciencia y la cultura": vivimos en un mundo insólito que se caracteriza por cambios muy marcados e irrevocables, que acontecen dentro del lapso de la vida de un hombre".

Seguramente desde entonces los cambios son más frecuentes y la vida de un hombre alcanza para presenciar tal cantidad de ellos que pasan casi desapercibidos para el común de las gentes.

Si nos preguntamos cuál es el origen de esos cambios debemos convenir que todo proviene del desarrollo científico y consecuentemente del avance tecnológico, estrechamente ligados entre sí. Cuando Einstein enuncia la equivalencia entre masa y energía lo hace en un trabajo teórico en que las aplicaciones tecnológicas están lejos de la mente del autor de la teoría y de quienes trataron de interpretarla. En el libro de Becquerel sobre relatividad, del año 1922, se incluyen unas consideraciones de P. Langevin tituladas "algunas consecuencias de la inercia de la energía" en que analiza la variación de masa de los cuerpos por efecto de la variación de temperatura, las reacciones químicas y las transformaciones radioactivas. En esos años nadie imaginaba que poco más de un cuarto de siglo después se tendrían ciudades iluminadas con la energía proveniente de la masa que se transforma en energía del proceso de la fisión nuclear.

Puede citarse muchos ejemplos vinculados con la física atómica y con la física del estado sólido en que los avances teóricos y

experimentales en el dominio de la "ciencia pura" condujeron a realizaciones técnicas de gran trascendencia.

Se habla muy frecuentemente de la necesidad de estimular la investigación tecnológica o aplicada antes que la investigación científica pura, lo cual carece de sentido si se aplica en forma estricta. Alguna vez se ha dicho que preguntar ante un descubrimiento científico ¿para qué sirve? equivale a preguntar ante un recién nacido ¿en qué será útil?. Dejadlo crecer y desarrollar y se verá cuáles son sus aptitudes.

Es indudable que debe prestarse apoyo a ambos aspectos de la investigación y en cuanto al desarrollo científico y tecnológico en nuestro país los problemas no son nuevos. En 1925 nos visitó Albert Einstein y luego un día de un mes de estadía, habiendo estado en Buenos Aires, La Plata y Córdoba en contacto con las más destacadas personalidades científicas, hizo el siguiente comentario: "Me encontré en Buenos Aires con un pueblo culto y adelantado, una verdadera fusión de razas que no puede ser más argentina. Los programas de estudio secundarios y superiores que he examinado me demuestran que este país no tiene mucho que aprender de los centros culturales de Europa. En medicina, creo no equivocarme, ha llegado a su punto más alto. Los juriconsultos argentinos son eminentes. Igual cosa puedo decir de los que se dedican a los estudios en la Facultad de Filosofía y Letras. Pero en lo que concierne a los estudios de las materias que se cursan en la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales debo declarar que, si bien de esta Facultad egresan hombres eminentes, el go-

bierno argentino debiera intensificar más aún los estudios de la técnica, pues no es justo que un país tan progresista como la Argentina, tenga que acudir al extranjero para contratar tal o cual profesor. Sé que este procedimiento tiende a desaparecer poco a poco, pero es imprescindible que los argentinos se compenetren en mayor grado de los estudios fundamentales de la técnica aplicada para que puedan bastarse a sí mismos. Queda entendido que tratándose de un país nuevo no es permitido ser demasiado exigente, porque estoy convencido de que el país marcha a pasos agigantados, no sólo en el terreno de sus actividades agrícolas y ganaderas sino también en el terreno de la cultura”.

Analizadas estas observaciones a más de 50 años de efectuadas, debemos reconocer que mucho no se ha avanzado y más bien se ha retrocedido en relación con el resto del mundo. Los altibajos de la vida universitaria se han sucedido con demasiada frecuencia para que se pudieran alcanzar las metas de progreso tantas veces enunciadas. La creación del CONICET en 1958 y la CIC en 1956 han sido factores de progreso en el panorama científico y tecnológico del país. A pesar de ello subsisten enormes dificultades que hacen muy magros los resultados que se pueden lograr. El esfuerzo aislado y los logros de algunas instituciones como la CNEA, CITEFA, INTI y otras que pudieran mencionarse, no alcanzan para llevar al país en su conjunto a un nivel internacional en ciencia y tecnología. La formación de recursos humanos, de fundamental importancia para esos fines tropieza con dificultades insalvables por diversos motivos. Se suele mencionar co-

mo causa de ello las insuficientes retribuciones. Sin dejar de reconocer que esa es una razón muy importante, se debe tener presente que en la vida del científico es de fundamental importancia el medio en que desarrolla su actividad. La ausencia de un clima científico adecuado es, a nuestro entender, el motivo más importante de esta lamentable “fuga de cerebros”; porque el científico que trabaja becado un par de años en un laboratorio extranjero, en que está en contacto permanente con personas, equipos y bibliotecas de primera línea, se siente muy tentado por cualquier ofrecimiento para quedarse en el exterior. No es exagerado decir que no existe en el país una universidad que tenga completas sus colecciones de revistas científicas, porque en cada una de las crisis periódicas que padecemos, lo primero que se afecta es el pago de las suscripciones de revistas, cuya reposición es prácticamente imposible.

No es necesario establecer comparaciones con países de primera línea, que nos llevan muchos años de ventaja, sino con aquellos a los que la Argentina superaba a principios de siglo. Nos hemos quedado atrás y al estancarnos, retrocedemos a velocidades incalculables por el ritmo con que avanzan los otros.

Es necesario recuperar el tiempo perdido para lo cual será forzoso realizar, por parte de las autoridades nacionales y universitarias un esfuerzo extraordinario a la mayor brevedad, si queremos colocarnos a un nivel científico y tecnológico digno de la posición que deseamos ocupar en el concierto de naciones del mundo civilizado.

La solución no es fácil si el país no

lo comprende, pues no bastan las buenas intenciones de unos pocos sino que, como lo hemos señalado, hay que actuar con firmeza para recuperar el tiempo perdido. Hace falta dinero para equipos y para conseguir gente,

estimular las vocaciones, no malograrlas y proporcionar el apoyo material y anímico que requiere todo ser humano para poner su cariño y su entusiasmo en la obra que realiza, De contrario continuaremos retrocediendo.

## **DISCURSO DE APERTURA DE LA REUNION SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGIA**

**Realizada en Mar del Plata del 6 al 8 de julio de 1978**

**por Luis F. Leloir**

La ciencia, como otras actividades del país, está en período de convalecencia, por eso es buena idea realizar una reunión para discutir problemas relativos a la enseñanza y promoción científicas. Nada mejor que una discusión entre gente que conoce bien el tema para identificar las fallas y rectificar los rumbos.

En los casi cuarenta años que me muevo entre bibliotecas y laboratorios ha habido un progreso sensible. En los años 30 había sólo dos profesores con dedicación exclusiva en todo el país, los recursos para gastos de investigación eran escasísimos. A pesar de esto se llegaron a hacer trabajos que tuvieron resonancia internacional. Algunos teníamos el convencimiento de que con trabajo la Argentina lograría tener una buena posición en la ciencia mundial. En varias ocasiones he mencionado las palabras que pronunció Bernardo Houssay en 1929 en el Instituto Popular de Conferencias de La Prensa.

“Señores: debemos tener fe en el porvenir científico de nuestro país en un futuro más o menos próximo. Si nos inspiramos en buenos ejemplos con una labor intensa y bien orientada, en dos o tres décadas podremos tener una posición de primera fila entre los países más adelantados. Toda la sociedad estará influenciada, ennoblecida y favorecida por esta situación. Nuestra nación será entonces grande por obra de sus pensadores y sabios. Nuestros hombres serán dignos de su patria y útiles a la humanidad”.

Evidentemente los deseos de Houssay sólo se cumplieron en una manera muy reducida. Igual ocurrió en muchos otros ordenes. El país no se desarrolló como pudo haberlo

hecho. Sin embargo hubo un período en que el progreso científico fue bastante rápido. Esto fue el resultado de la creación de organismos destinados específicamente a promover la ciencia: El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, El INTA y el INTI. Durante ese período hubo un aumento grande en el número de profesores con dedicación exclusiva en la Universidad. Hay quien llama a este período (1960 - 70) la época de oro de la investigación argentina.

Lo que ocurrió después es bien conocido, se deterioraron las universidades y casi todas las instituciones del país. Ahora tendríamos que recuperar el tiempo perdido ya que necesitamos una ciencia fuerte para enfrentar el mundo del futuro que tendrá graves problemas: superpoblación, falta de alimentos, escasez de energía, amenaza de hecatombe nuclear, aumento de la contaminación ambiental, etc. Estos complejos problemas requerirán para su solución una preparación científica mucho mayor que la que tenemos ahora.

Hay que tener en cuenta que nuestra velocidad de progreso es inferior a la de países adelantados de modo que la diferencia en desarrollo se hace cada vez más grande. Si esto sigue así quedaremos completamente subordinados y dependientes de otros países para cualquier adelanto tecnológico. Esta es una situación política y económicamente muy peligrosa.

Sería ingenuo sugerir que todo esto se arreglará con solamente promover la investigación. Hay muchos otros factores que intervienen en el buen funcionamiento de un país: hace falta un ambiente de orden y trabajo,

gobernantes y empresarios honestos y bien preparados, industrias eficientes, escuelas y universidades bien organizadas, etc. pero la capacidad científico-técnica es uno de los factores fundamentales.

Necesitamos organizar el esfuerzo científico de manera que rinda al máximo. Este es un problema que tal vez ningún país ha logrado resolver aunque están en un nivel de desarrollo muy superior al nuestro. Es necesario que el Estado destine progresivamente más fondos para promover la investigación. Este es un requisito indispensable pero no el único. No se trata simplemente de adjudicar más y más recursos para la investigación. Hay que tener en cuenta que un mal investigador puede gastar cualquier cantidad de dinero sin producir ningún resultado valioso. El problema es como distinguir los buenos de los malos, como saber quien merece ayuda y quien no.

El procedimiento usado con más éxito hasta ahora es el que en inglés se llama "peer review", el juicio de los pares. Este consiste simplemente en someter los planes de investigación a la evaluación por un grupo de especialistas de reconocida capacidad. El procedimiento es obvio pero sin embargo muchas veces en muchos países se tiende a reemplazar el comité de expertos por un funcionario que no tiene la preparación necesaria para juzgar correctamente.

El comité de expertos puede tener inconvenientes de que se puedan formar camarillas que favorecen injustamente a algunas personas y este peligro es más grande en países chicos donde el número de expertos es muy bajo. A pesar de esto el método es el

mejor que se ha concebido hasta ahora. El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas sometía todos los proyectos y las decisiones importantes al estudio de comisiones especializadas y el procedimiento anduvo muy bien mientras fue utilizado.

Otro aspecto difícil de la promoción de la ciencia es el de los temas de trabajo. Muchos planeadores científicos creen que se puede dirigir la investigación de modo de lograr llegar más rápido a cierta meta final que puede ser la cura de cierta enfermedad o algún gran problema de la economía nacional. Esto es muy difícil, casi imposible si los conocimientos básicos son insuficientes. Es decir si no ha llegado el momento de solucionar ese problema.

El proceso natural para la solución de un problema práctico se suele dividir esquemáticamente en tres niveles: la investigación básica o fundamental, la investigación aplicada y el desarrollo. La investigación fundamental se hace sin otra meta que la de conocer más. Los resultados sólo se pueden prever difusamente. Es como buscar en un cuarto oscuro donde hay toda clase de objetos. Uno puede tropezar con un montón de basura o con una bolsa de brillantes. Los resultados que se logran así van haciendo avanzar todo a la frontera que separa lo conocido de lo desconocido. Estos resultados son usados luego por la llamada investigación aplicada, que esa si, puede orientarse hacia una meta determinada. A continuación vienen los estudios de practicabilidad, de planta piloto, etc. que es el llamado desarrollo.

Los investigadores básicos no aceptan fácilmente los consejos. Ellos siempre quieren trabajar en problemas de su elección y sólo en esta forma ponen pasión en su ta-

rea. Imponerles temas o ideas es una manera de esterrizarlos.

La libertad en la elección de temas de trabajo es de importancia capital para el progreso de la ciencia básica pero además hay otros factores que debemos tener en cuenta. Estos son los relacionados con el medio ambiente en que se mueven los investigadores. Para que estos tengan la tranquilidad necesaria para poder pensar y trabajar, para que tengan una dedicación realmente completa sin preocupaciones extrañas al trabajo es necesario que tengan buenos laboratorios y bibliotecas y que reciban una remuneración adecuada. Pasó la época en que un hombre excéntrico podía hacer descubrimientos en el sótano de su casa. La investigación científica es ahora una actividad compleja. Los aparatos son cada vez más complicados y los reactivos más difíciles de preparar. Los libros y las revistas especializadas son más numerosas y más caras. El país puede costear todo esto fácilmente si tenemos en cuenta que el beneficio es grande y que se trata de una buena inversión a largo plazo. Además si se compara con lo que se gasta en diversiones de varias clases y confrontaciones deportivas el costo de la investigación científica parece irrisorio. Además conviene tener en cuenta que esas actividades nos dejan muy poca utilidad para el futuro mientras que la investigación deja conocimientos nuevos para ser utilizados en el futuro.

Supuesto que lleguemos a tener la organización correcta y los recursos necesarios para desarrollar una fuerte investigación básica todavía nos faltaría un sistema para que los resultados y el personal experto pueda ser utilizado en las etapas siguientes, a saber, la investigación aplicada y la industrialización. El país cuenta con instituciones encar-

gadas de esta tarea: el INTA para la agricultura y la ganadería y el INTI para las otras industrias. Estos institutos han obtenido resultados de considerable valor pero también han sufrido un grave deterioro en los años recientes. Tienen mucho personal de primera clase y es de desear que con buena conducción se recuperen y lleguen a tener un alto grado de eficiencia.

Para utilizar bien nuestra ciencia será necesario completar la cadena de sucesos que median entre el descubrimiento de un hecho nuevo y su aplicación. Esto parece más fácil para las industrias agropecuarias que para otras industrias que requieren mercado muy grande para poder amortizar los gastos de poner en marcha un proceso nuevo y que además necesitan grandes capitales para instalarse.

Hemos mencionado la relación de la investigación con la industria, el otro socio tanto más importante es la Universidad. Aquí el problema es también complejo. Es muy deseable que el profesor sea un investigador ya que así podrá transmitir a sus discípulos no sólo en los últimos descubrimientos que aún no han llegado a los libros sino también esa experiencia y juicio que se adquiere investigando. Se aprende a diferenciar mejor cuales son hechos reales y cuales son sólo hipótesis o directamente mentiras. La investigación es una escuela de humildad porque constantemente uno está viendo como las ideas que parecen geniales son desmentidas por la realidad.

El problema es lograr que el profesor pueda transmitir su saber a cientos o miles de alumnos.

Es seguro que habrá un enorme cambio en los métodos de enseñanza. Con la ayuda de computadoras televisores, proyec-

tores, grabadores, etc. las enseñanzas del profesor se podrán multiplicar y hacerse más eficientes. Es probable que los alumnos aprendan más fácilmente y que los profesores tengan más tiempo para descubrir hechos nuevos.

En las etapas más avanzadas del aprendizaje, cuando se trata de aprender a investigar tal vez no haya tantos cambios. Es probable que la mejor manera de iniciarse en la investigación siga siendo trabajar fuerte en un ambiente estimulante con investigadores bien formados. Lo más importante es el ejemplo y por eso se debe cuidar mucho de seleccionar bien los primeros maestros. Ellos determinan en gran parte la calidad de las generaciones que las siguen.

Para terminar con una propuesta concreta diré que para tener una buena administración de la promoción científica la capacidad de discusión debe estar en manos de científicos experimentados. Cada uno de los organismos involucrados podría tener una comisión de 5 o 7 miembros pero que no fuera simplemente asesora sino que tuviera más poder. Pienso que el país debe usar mejor sus mejores científicos para planear y evaluar las tareas de promoción científica.

Tal vez así podríamos cumplir con la predicción de Houssay cuando decía que "en dos o tres décadas podremos tener una posición de primera fila entre los países adelantados".

## **INCIDENCIA DE LA INVESTIGACION EN EL DESARROLLO DE LA METALURGIA**

por Roberto F. Recoder

Acaso ninguna rama del frondoso árbol de la Ciencia esté tan estrechamente vinculada al progreso material del hombre como la Metalurgia. El descubrimiento de cada metal, o más precisamente, su primer empleo práctico, señala un hito de la civilización que a veces la historia recuerda, como el caso del paso de la edad de piedra a la del bronce, hace nos 3.000 años. Es curioso comprobar la existencia de cierta relación entre la obtención primera del metal y su posición en la escala de energías libres de reacción con el oxígeno, relación que la química clásica, un poco confiadamente, vinculaba con la serie electroquímica de los elementos. Los metales que encabezan estos ordenamientos, el oro, la plata, el cobre fueron, los que el hombre obtuvo en cuanto supo dominar el fuego y emplear herramientas primitivas, mientras que el titanio, el magnesio, el berilio y otros, más enérgicamente unidos al oxígeno, se han incorporado al acervo tecnológico tan sólo en esta centuria.

El empirismo, la intuición y una notable habilidad artesanal guiaron los primeros pasos de la metalurgia. El caudal de conocimientos adquiridos en la época precientífica fue considerable; parte del mismo, transferido por las sucesivas generaciones, ha llegado hasta nuestros días. Pero el progreso de la Metalurgia, su avance actual, la obtención industrial de los metales más reactivos, hubiesen sido imposibles sin la investigación científica. Cabe destacar que el saber empírico que no debe subestimarse no implica una comprensión de los fenómenos, una explicación racional. Los metalurgistas chinos, mucho antes de que se conociera el acero en

occidente, hicieron espadas que aún hoy causan admiración; conocieron los tratamientos de temple, recocido, y quizás la forja, pero no supieron la razón del buen éxito de sus recetas, no pudieron extenderlas a otros productos, ni tampoco supieron como sustituir las materias primas empleadas por otras.

La Metalurgia ha tenido una evolución sostenida pero lenta, en comparación con disciplinas recientes como la Electrónica, carente de pasado empírico y regidas desde el principio, por principios científicos bien establecidos. La investigación metalúrgica no pudo sentarse sobre bases sólidas hasta tanto la química no le suministró la información indispensable sobre la composición exacta de los materiales y sus reacciones con otros; la física modelo de la estructura de la materia; la termodinámica bases seguras para cálculos energéticos, para determinar el sentido de las transformaciones y para desentrañar el complejo problema de los diagramas de fase; la física del estado sólido y la ciencia de los materiales, la vinculación entre las propiedades submicroscópicas y los parámetros macroscópicos de la mecánica y de la ingeniería. En la actualidad el progreso de la investigación metalúrgica está estrechamente ligado a los avances que se logran en las ciencias mencionadas.

El ritmo acelerado del adelanto material, característico de nuestra época, impide discernir con claridad lo que corresponde a cada área, lo que debemos a la investigación aplicada, o a otras circunstancias. Es probable que el notable progreso de la metalurgia en éstas últimas décadas, consecuencia de la investigación y del desarrollo, no lo advierta

casi nadie pese a que todos usufructúen los beneficios.

Muchas son las nuevas áreas de investigación que se exploran, variadísimos los temas que detalladamente se estudian en laboratorios y plantas, numerosos los procesos y operaciones que se modifican o se proponen. A pesar de esta diversidad y, a veces, de un parentesco con la metalurgia aparentemente lejano, el conjunto de estas actividades converge hacia objetivos generales bien definidos:

#### **10) Producción masiva de metales y aleaciones**

En 1950, se produjeron 192 millones de toneladas de acero bruto; el año pasado la cantidad volcada en los mercados mundiales superó 713 millones. Este aumento del 271 por ciento difícilmente podría haberse alcanzado con la tecnología de la primera mitad de este siglo. El volumen del alto horno tradicional se ha triplicado o quintuplicado, lo mismo ocurrió con el volumen del convertidor, con la capacidad de laminación y con la de otros procesos. Pero tales incrementos exigieron un mejor conocimiento de los mecanismos de intercambio de materia y energía en el clásico alto horno, la exploración de nuevos métodos de obtención del hierro, como los de reducción directa, un acopio de información experimental más precisa de todos los materiales originados en los procesos. La investigación siderúrgica ha sido y será siendo, sin duda, el apoyo fundamental para tales expansiones.

#### **20) Optimización de la producción de metales**

La disminución de las reservas mundiales de minerales de alta ley, el cercano agotamiento de otros, las crecientes dificultades de abastecimiento energético, el costo elevado de la mano de obra y de los transportes son desafíos del presente para el metalurgista que sólo podrá encarar optimizando todos los procesos en procura de una disminución de los insumos específicos.

Se espera que en el año 2000, como resultado de la investigación científica actualmente desencadenada por la crisis energética, se podrá fabricar 2 t. de acero con el mismo consumo global de energía requerido, hoy, para 1 t.

#### **30) Diversificación de los productos metalúrgicos.**

El usuario actual dispone de una variedad de productos metalúrgicos que hubiese maravillado al consumidor de principios de siglo. El catálogo de las aleaciones de hierro, de aluminio, de cobre y de otros metales crece sin pausa ofreciendo a los usuarios el producto adecuado para cada uso específico. Esta variedad de aleaciones con propiedades predeterminadas en parte, ya no es el resultado de pruebas empíricas, sino de un conocimiento profundo de la estructura de metales, de la influencia de cada elemento en las propiedades y del dominio de los tratamientos que modifican el comportamiento mecánico, térmico, químico, de la aleación.

El confiado pasajero de un avión supersónico ignora probablemente que la ale-

ación de aluminio con la cual se han construido las alas es un material de propiedades extraordinarias cuyo desarrollo ha llevado 20 años de investigaciones y ensayos. Si el físico-químico Wilm no hubiese descubierto el proceso de endurecimiento por envejecimiento, si no existiera el microscopio electrónico, ni el difractor de rayos X, no se habría podido idear y obtener esas aleaciones de aluminio de alta resistencia a los esfuerzos mecánicos, a la exfoliación, a la corrosión, a la propagación de fisuras, capaces de aguantar durante 50.000 horas pruebas de plegado.

#### **4º) Mejoramiento de las propiedades de los productos metálicos.**

Este último objetivo es la consecuencia del permanente requerimiento de mejores materiales para uso cada vez más exigentes. La tecnología contemporánea utiliza cualquier material, siempre que satisfaga los requerimientos impuestos para cada caso, entre los cuales, claro está, los económicos tienen notoria relevancia. El metal entra en

competencia con el plástico reforzado, con la cerámica y con los composites. El metalurgista, por tal razón, está empeñado en suministrar aleaciones o metales más resistentes y más baratos, condición esta última que suele implicar una estructura del menor espesor posible, pero con la resistencia exigida. Buena parte de los actuales desarrollos está encaminada hacia esa meta que exige un mejor conocimiento de las propiedades de los sistemas metálicos. La posibilidad de aumentar hasta centenares de veces la resistencia de un metal existe como una realidad en muchos casos, o como una meta alcanzable en un futuro no lejano, en otros.

En la segunda década del siglo pasado Faraday con la colaboración de Stodard logró fabricar el primer acero inoxidable con el cual se hicieron algunas pesadas navajas de afeitar, costosisimas por la cantidad de platino que contenían; hoy las delgadísimas hojas que utilizamos tienen una resistencia y un filo incomparablemente mejores, con un costo comparativamente insignificante.

El presente y el futuro de la Metalurgia están inexorablemente ligados al progreso de la investigación.

## **IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION MATEMATICA EN LA SOCIEDAD CONTEMPORANEA**

por Luis A. Santaló

La sociedad actual es cada vez más complicada. Vivir en ella, en condiciones de aprovechar todas las posibilidades que ofrece, no es cosa fácil. Las interconexiones entre los individuos y entre las naciones son cada vez más tupidas e indisolubles. Con el auge de la informática este carácter se va incrementando. Parecería como si todas las inteligencias estuvieran destinadas a aunarse, para formar un supercerebro universal, al cual cada uno esté vinculado por algún conducto propio, dispuesto tanto a transmitir inquietudes y deseos, como recibir órdenes. El problema está en no desvincularse de esta estructura y procurar ser tenido en cuenta, lo mismo como individuo que como nación.

Es imposible que cada individuo comprenda todo el enjambre de canales de esta supercomputadora universal, cuyos distintos sectores forzosamente están dirigidos por superespecialistas. Nadie lo puede abarcar todo, pero cualquier comunidad organizada debe procurar que entre todos sus componentes lo sepan todo.

De aquí la necesidad de disponer de investigadores científicos de la mejor calidad y en la mayor cantidad posible de especialidades. Todo los países, para no ser marginados de esta sociedad universal, cuyos puntos de lanza cambian y progresan sin descanso deben tener sus propios investigadores, para que cuiden las necesidades locales y puedan influir sobre la marcha general. No basta tener buenos conocedores del estado de la ciencia en un momento dado, pues estos conocimientos pasan rápidamente a ser suficientes e inadecuados. Los encargados de estar alerta sobre las posibilidades de los avan-

ces científicos y tecnológicos para sus posibles aplicaciones al país, deben ser investigadores, capaces de extrapolar las posibilidades más allá de lo convencional. Hay que saber repetir lo ajeno, pero esto sólo como un primer paso para avanzar sobre lo desconocido, con habilidad para elegir la dirección adecuada al lugar y a las necesidades y posibilidades propias.

Dentro de la ciencia actual, la Matemática juega el papel que ha tenido siempre de proporcionar orden, síntesis y seguridad. Pero además, su acción se ha extendido moderadamente a muchos campos no tradicionales. Toda la estructura de la sociedad contemporánea, sostenida por una técnica diversa y refinada, tiene que ver con la matemática. La electrónica, la estadística y la computación tienen una base matemática evidente y a través de sus respectivas técnicas, la matemática extiende su influencia, más o menos directamente, a todas las ciencias.

Por otra parte, a medida que las ciencias avanzan en profundidad, se descubren nuevas vinculaciones entre ellas, y nunca se sabe qué parte de unas será de importancia para las otras. Para no citar más que un ejemplo reciente, podemos señalar cómo la "tomografía computada" de la medicina actual, tiene sus raíces en trabajos de matemática pura publicados por el alemán J. Radon en 1917. A su vez, las necesidades de esta técnica han motivado nuevos estudios teóricos que están siendo tratados en centros de investigación matemática y han dado lugar a recientes e interesantes publicaciones en revistas especializadas de matemática.

Todo nuevo conocimiento matemático puede servir para comprender mejor algún aspecto de la naturaleza. Y la comprensión de la naturaleza no es sólo satisfacción intelectual, que ya es mucho, sino que es el primer paso para dominarla y ponerla al servicio de un mayor bienestar y alcanzar mejores condiciones de vida. Por esto la investigación matemática no debe descuidarse. Si ella se parara, es seguro que el hecho repercutiría en todas las demás ciencias y es difícil prever lo que pasaría al entrar la sociedad en una etapa de desaceleración en la carrera tecnológica emprendida. No hay precedentes, pero asusta un poco pensar en una sociedad con medios poderosos, pero sin capacidad para crear repuestos y mantener el control de las consecuencias del uso inconsciente de los mismos.

La investigación científica, como profesión asalariada, no llega al medio siglo de existencia. Pero no hay duda de que su misión es indispensable a todas las naciones que quieran beneficiarse de la nueva tecnología, opinar sobre ella y considerar su posible adaptación al medio local, acumulando al mismo tiempo recursos para poder volcarlos en el momento y lugar oportunos, en la marcha incesante de su desarrollo.

En este medio siglo, los beneficios derivados de la investigación científica son notorios y evidentes. Empiezan ahora a aparecer consecuencias imprevistas, como las famosas contaminación, polución, acostumbramiento y agotamiento de los recursos naturales. Aparece la necesidad de crear mecanismos de autocontrol en la maquinaria tecnológica universal. Como no parece posible el

retroceso, estos mecanismos deberán ser desarrollados por los mismos investigadores que crearon la estructura. Se ha entrado, por tanto, en una etapa en que la investigación debe correr por dos carriles paralelos, de creación uno y de mantenimiento y control el otro. Nuevos descubrimientos obligan a nuevas precauciones y éstas a su vez, exigen nuevas líneas de progreso.

Como toda acción de vanguardia, y la investigación lo es por su misma naturaleza, la organización de la investigación científica presenta dificultades y problemas nuevos, que motivan una marcha irregular de avances y retrocesos, aunque hasta ahora de resultante siempre positiva, tal vez por afortunado instinto de conservación. La principal dificultad está en el control de gestión de los investigadores y en la evaluación de su labor. Por un lado, están los impacientes que quisieran resultados tangibles y prósperos en breve plazo, así como los excesivamente diagramadores, deseosos de encuadrar la investigación en rígidos organigramas y cronogramas, sin tener en cuenta lo mucho que tiene la investigación científica de incoercible e irreglamentable. Por otro lado, al pasar la investigación a ser una profesión masiva, entre otras tantas, va dejando de ser excepción y los investigadores sienten un poco que van perdiendo cierta situación de privilegio que antes tenían. Cobran vigencia, referidas a la investigación, las frases de Ortega y Gasset referidas a los intelectuales en general, cuyos conocimientos, en otras épocas, pocos poseían y ejercitaban y que los demás no entendían pero necesitaban venerar a crédito, mientras que actualmente "la evolución in-

terior del pensamiento ha dado lugar a que la función intelectual se considere como una dimensión tan natural de la vida humana, que no tiene sentido hacer ante ella aspavientos, ni de pasmo en el público, ni de presuntuosidad en el actor”.

Pero a pesar de haber pasado a ser una de tantas profesiones de la sociedad contemporánea, la investigación científica tiene sus características propias, que la distinguen de otras ocupaciones laborales y que conviene tener muy en cuenta si no se quiere convertirla en una rutina amorfa, muy organizada y reglamentada, pero sin ninguna originalidad ni eficiencia. Una de ellas es que, tal vez más que ninguna otra profesión, necesita una dedicación exclusiva a la misma. Es demasiado complicada para que pueda hacerse a ratos perdidos o con dedicaciones “plenas” o “completas” u otras denominaciones imprecisas definidas por horas de trabajo. No

se puede investigar por horas como se opera una máquina, se practica un deporte o se realiza una tarea manual. No es que la investigación sea superior o otras tareas, que pueden ser tanto o más útiles a la sociedad, pero es otra cosa. Es absorbente y mensurable tan sólo por sus resultados, nunca por intervalos de tiempo.

Hay que tener confianza en los investigadores y dejar que ellos mismos reglamenten y juzguen sus actividades. Una investigación dirigida desde afuera, con métodos y medios copiados de otras actividades, difícilmente sea fructífera. Hay que asegurarse que sea realizada con seriedad y dedicación, tomando el máximo de precauciones, pero precauciones adaptadas a la tarea, que no son las mismas que sirven para otras actividades más convencionales.

## LA INVESTIGACION EN FISICOQUIMICA Y SU PROYECCION EN EL DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO

por Hans J. Schumacher

Desde las primeras décadas de este siglo se produce una influencia creciente de los conocimientos derivados de la investigación científica y, por ende, de esta última, en el desarrollo de la economía y en el bienestar social de los pueblos. Con ello el dominio de la ciencia y de la investigación se constituye en un reconocido elemento de poder de las naciones. Esa influencia de seguir el ritmo actual podrá alcanzar una importancia decisiva para el destino de las naciones especialmente frente a los serios problemas actuales como son el aumento explosivo de la población mundial y el crecimiento exponencial de la producción y del consumo de bienes que resultan indispensables para la forma actual de vida frente a la escasez de materias primas.

La civilización actual de mantener las metas de progreso trazadas, llevará al agotamiento de reservas de materiales actualmente indispensables para la producción industrial. Por otra parte, como consecuencia del fuerte desarrollo de la industria asociado con crecimiento de la producción se ha perturbado el equilibrio ecológico, a través de la contaminación de la atmósfera y del agua a un nivel tal no previsto que ha provocado el estado de alerta mundial. A esto se agrega entre los últimos acontecimientos, no exentos de matiz político, una crisis energética sin precedentes.

Las dificultades señaladas que emanan del acelerado progreso tecnológico, se agudizarán con el tiempo y su solución exigirá en alguna medida un replanteo de la administración de los recursos naturales, pero sin duda la solución del problema de fondo deberá buscarse a través de nuevas ideas y procedi-

mientos que surjan de la investigación científica y tecnológica. Para ilustrar este desafío planteado a la civilización actual conviene referir algunos ejemplos concretos.

La necesidad de obtener materias primas de fuentes que hasta el presente no resultaron útiles desde el punto de vista económico, exige el desarrollo de nuevas tecnologías. Este es el caso del empleo de minerales de baja ley, del aprovechamiento de la riqueza encerrada en los océanos y en el fondo del mar en donde se encuentran enormes cantidades de ciertos elementos importantes en un alto grado de dilución.

Por otro lado, se hace indispensable hallar nuevos compuestos para reemplazar a aquellos actualmente producidos con materias primas que se van extinguiendo.

La necesidad de reestablecer y proteger el equilibrio ecológico, exige desarrollar métodos y tecnologías que contribuyan a la limpieza de los efluentes industriales, de las atmósferas de las ciudades y a la vez que permitan el desarrollo de industrias que produzcan bienes sin detrimento del medio ambiente.

El rendimiento de los métodos clásicos para la producción de energía exige la búsqueda de nuevas metodologías que permitan incrementarlo y a la vez hacer, a través de nuevos procedimientos, que la producción industrial implique el gasto mínimo de energía. Igual criterio debe extenderse para el rendimiento en la producción de nuevos compuestos utilizando las reservas del petróleo. Esto significa conservar con el mayor cuidado este recurso y aumentar su rendimiento extractivo pero para ser utilizado co-

mo materia prima en la industria química, en lugar de ser empleado en la combustión para generar energía. Cooperando en esta dirección resultará prioritario elaborar nuevas tecnologías para la obtención de hidrocarburos y de sus derivados partiendo del carbón o del gas de síntesis.

Se hace indispensable el desarrollo de métodos no convencionales para la obtención de energía, por ej.: en base a la fusión nuclear, a reactores de fast breeding, a la energía solar en forma directa o indirecta, a la energía eólica y a la utilización de las mareas.

Los ejemplos mencionados implican la solución de problemas urgentes que entrañan un sistemático y fuerte cambio tecnológico cuyo logro se posibilita con los avances científicos de las ciencias exactas y naturales, de la ingeniería y de la tecnología. En este sentido el área de las ciencias fisicoquímicas juega un papel primordial que surge no solamente como consecuencia del contenido de las distintas ramas que la componen, sino también del hecho de que en esta área del conocimiento se desarrollan con igual importancia e intensidad tanto la parte de la ciencia teórica como la experimental. Este equilibrio armónico es esencial cuando el conocimiento científico se proyecta hacia realizaciones concretas en el campo de la tecnología. Por todo ello, la fisicoquímica extiende su papel decisivo en el avance de las otras ramas de la química, como así también de la bioquímica y especialmente de la tecnología química.

En estos aspectos caben mencionar también algunas cuestiones específicas, tales como el desarrollo de las teorías de las reacciones químicas, la determinación de mecanismos, de reacción, conjuntamente con los

datos energéticos y los parámetros que influyen sobre la velocidad de los procesos químicos, procurando en esta forma la información básica que se necesita para la producción industrial. Esto incluye el estudio del fenómeno de la catálisis en todos sus aspectos, el tratamiento de los estados de equilibrio en las condiciones más extremas, el conocimiento de los procesos irreversibles especialmente importantes en la bioquímica, el estudio de las macromoléculas, los distintos mecanismos de su formación, su estructura y sus propiedades.

El vasto campo de la fotoquímica que abarca desde los numerosos procesos industriales hasta la fotosíntesis y el aprovechamiento de la energía solar.

La electroquímica, intimamente relacionada con numerosos procesos industriales, con la corrosión de los materiales, con la conversión y acumulación de energía y con la producción de sustancias por métodos no convencionales y, en principio, no contaminantes. Así siguiendo se podría ampliar esta temática mucho más, pero sean esos ejemplos suficientes para presentar algunos de los múltiples aspectos de la ciencia fisicoquímica intimamente asociado a la solución de acuciantes problemas. El éxito para encontrar urgentes soluciones a los mismos está indisolublemente unido al desarrollo del conocimiento científico con paso fundamental. Pero todo esto significa una ímproba tarea que solamente puede ser resuelta a través de la unión de esfuerzos que van desde el esfuerzo de las personas hasta esfuerzos mancomunados a nivel internacional.

Como consecuencia de ello los proyec-

tos costosos y complicados que apuntan hacia la solución de algunos de aquellos problemas, son llevados a cabo a nivel de cooperación internacional de diferentes países. Esto también se observa a nivel de proyectos más específicos cuyas ejecuciones se desarrollan a través de la colaboración de diferentes Institutos científicos.

Nuestros conocimientos actuales no son suficientes para resolver gran parte de los problemas que preocupan actualmente al hombre y a los gobiernos. De ello existe una idea tan clara que ha llevado a los países más industrializados a hacer los más grandes esfuerzos para obtener toda la información científica que requiere el desarrollo futuro y, en consecuencia, han aumentado fuertemente su apoyo a las investigaciones científicas y tecnológicas.

Justamente estos programas presentan como aspecto más destacado, bien característico, el fomento de las ciencias básicas como la más alta prioridad, puesto que existe conciencia muy clara que el desarrollo tecnológico es solamente posible en base a los nuevos avances del conocimiento que emanan precisamente de los estudios fundamentales. En este sentido también la industria hace por su parte grandes esfuerzos para adaptarse a la nueva situación. Para ella esto constituye una exigencia para su supervivencia. Como ejemplo se puede mencionar lo que ocurre en la Rep. Fed. Alemana, donde el presupuesto de la industria aplicado a la investigación científica y al desarrollo tecnológico es del mismo orden del presupuesto que invierte el Estado. Resultan así que los Centros de Investigación, independientemente que sean de la

industria u oficiales, están equipados con todos los elementos necesarios para abordar problemas de investigación científica en el más alto nivel empleando el más moderno instrumental y las técnicas más sofisticadas.

Entre los laboratorios o Institutos de Investigación y los de las Universidades, se establecen con frecuencia una estrecha colaboración que es generalmente muy fructífera. Pero en cualquier caso queda bien claro que hay que evitar el grave error de suponer que las investigaciones que se realizan en el ámbito universitario podría liberar a la industria de las investigaciones inherentes a esta última. Situaciones similares a la descrita son aplicables a cualquier país industrializado.

Es ilusorio pensar que puede ser posible cubrir y alcanzar el más alto nivel en todas las ramas de la ciencia y de la tecnología en un sólo país. Esto exigiría una concentración de inteligencia y de medios que ningún país aislado puede contar.

Por lo tanto, cualquier programa de apoyo en este sentido debe ser modesto, pensando que para alcanzar éxito se necesita contar en primer lugar con investigadores formados, con profesionales y técnicos, en número relativamente grande, con edificios y laboratorios adecuados, bien instalados y con el equipamiento moderno correctamente atendido. Pero no debe olvidarse que las nuevas ideas, capaces de promover y facilitar el desarrollo de la ciencia provienen de un campo relativamente reducido de personas. Para posibilitar un desarrollo rápido y eficaz de la ciencia es indispensable que ese grupo cuente con especial apoyo por parte

de los Organismos encargados de patrocinar el desarrollo científico y tecnológico.

En este sentido la Universidad juega un papel primordial. La Universidad actualmente tiene el doble propósito de descubrir y alentar por una parte al grupo humano de más alto nivel y, por otro, la obligación de atender un elevado número de jóvenes con la inquietud de formarse profesionalmente. Sin

embargo es muy importante cuidar que el esfuerzo no se desvíe exclusivamente en el afán de cumplir con este segundo aspecto. Si así ocurriera el nivel universitario descendería tanto que llegaría a hacer imposible la aparición, dentro de la universidad de aquellos grupos capaces de generar nuevas ideas a través del desarrollo de su actividad creadora.

## LA MEDICINA Y SU PASADO

por Alberto C. Taquini

Seguir el curso de la civilización es ubicar en el tiempo el desigual mundo de hoy, en el que coexisten pueblos en los que el progreso pareciera estar desbordando el espíritu humano, con otros, que parecieran haber quedado detenidos en épocas lejanas o primitivas.

La medicina, única área del saber en la que la experiencia y los avances científicos tecnológicos todavía encuentran las barreras políticas, religiosas e ideológicas abiertas, como una ironía, es quizás la que más crudamente refleja el presente heterogéneo por el que transita la humanidad.

Revisar su historia es, pues, como pasar revista del mundo actual desde una perspectiva singular. Además, coincidiendo con Winston Churchill creo que mirar profundo en el pasado es la mejor manera de ver más lejos en el futuro. La medicina como expresión consciente del impulso primario de aliviar el dolor del semejante seguramente nació con el hombre mismo. Así lo hace pensar el comportamiento de los animales superiores y evidencias directas e indirectas de lejanos períodos prehistóricos.

La importancia que se dio a la medicina en la antigüedad lo demuestra el que IMHOTEP (2700 a. C.), aparentemente el primer médico de la historia, haya sido elevado a la categoría de Dios. Los documentos más antiguos -las tablas de NIMHED (2400 a. C.) y los papiros SMITH (1700 a. C.) y EBERS (1500 a. C.)- demuestran que ya entonces la medicina era una actividad diferenciada que, aunque empírica y poblada de deidades, superstición y magia, poseía al-

gunos conocimientos que el tiempo selló como verdades, y una farmacopea que llevó a Homero a decir en la "ODISEA" (800 a. C.): "El fértil suelo de Egipto es muy rico en drogas muchas de las cuales son saludables". Además, aunque en ella alternaban adivinos y exorcistas, el arte médico tanto en Egipto como en Babilonia y Asiria llegó a estar reglamentado y su mal ejercicio penado severamente.

En la milenaria experiencia de los países mediterráneos y de pueblos lejanos de oriente los Jónicos y Dóricos moldearon la idea de buscar la razón de las cosas más allá del límite impuesto por el culto.

Fiel a esta idea que nutrió la filosofía griega, Hipócrates (470 - 400 a. C.) reconoció el valor de la hipótesis e hizo de la observación y del razonamiento los pilares de la medicina. Sus setenta libros, son testimonio de su laboriosidad; su "AFORISMO" es reflejo de su excepcional inteligencia; la metódica descripción de los 42 casos de su "CORPUS HIPOCRATICUM", modelo de lo que hoy es la historia clínica; es testimonio de su método su "JURAMENTO", eterna guía ética del médico, lo es de su solidez moral. A su muerte Aristóteles (384 - 322 a. C.) continuó su obra. Aunque la contribución de este no fue importante sus aportes a la anatomía comparada y su concepción de que el ser humano está constituido por cuatro elementos: agua, tierra, aire y fuego vivificados por el PSICHE (alma) dieron vigencia a su obra durante siglos.

Dividido el Imperio Helénico la medicina hipocrática se trasladó de Grecia a Ale-

jandría y desde su "Templo del Saber" creado por Ptolomeo se irradió a todo el cercano oriente. En ella Erasistrato (300 - 250) realizó sus estudios piedra fundamental de la anatomía patológica.

De Grecia corrientemente sólo se recuerda la medicina racional y metódica la que con una precisión que aún sorprende develó aspectos anatómicos fisiológicos y clínicos. Sin embargo con esta medicina coherente con el pensamiento lógico de sus filósofos, coexistió otra de tipo sacerdotal que rindió culto al Dios Aesculapius. De sus templos que se construyeron por todo el mundo grecoromano la serpiente sagrada accedió a la categoría de símbolo de la medicina.

Contrastando con lo que pasó en Grecia y en Alejandría, en la autocrática Roma antes y, aún después de aparecer las importantes enciclopedias de Celcius (10-37) y de Plinio (23 - 79) la medicina fue considerada una actividad inferior. La tarea de inscribir a Roma en la historia correspondió a Claudio Galeno de Pérgamo (129 - 199). Médico con basta ilustración, capacidad de observación y gran experiencia, enriqueció la medicina tanto en lo que respecta a la anatomía y a la fisiología como a la clínica. Desgraciadamente, su proclividad a las interpretaciones teleológicas le hizo caer en serios errores interpretativos. a los que su personalidad autoritaria y poco crítica -imágen de médico omnisciente- convirtió en certezas. Su teoría que postulaba que el aire pasa de los pulmones por la arteria pulmonar al ventrículo derecho y de este como "fluído vital", por supuestos poros en el tabique interventricular, al izquierdo, para desde él distribuirse a todo

el cuerpo, por la seguridad con que lo planteó, le sobrevivió durante más de un milenio.

El colapso gradual de la organización política romana, la invasión bárbara y el afianzamiento del cristianismo corrieron una cortina oscura que se extendió sobre toda la medicina medieval. La creencia de que había una estrecha relación entre las epidemias y el curso de las enfermedades con factores supranaturales, las fases de la luna y los movimientos de los cuerpos celestes, volvió a privar. A pesar de esto durante el medioevo se amplió el conocimiento de las plantas nativas y de las cultivadas de efectos medicinales, se reconocieron las fiebres tercianas, las cuartanas y las cotidianas y se entrevió que el contagio de enfermedades como la viruela, la peste bubónica, etc. podía ser llevado por el aire. La falta de originalidad que privó en el medioevo, se imputa, en general, al cristianismo. En realidad la decadencia intelectual que se exteriorizó en este período, comenzó antes de que el cristianismo tuviera una influencia decisiva en la conducta de los pueblos. Además aunque en la medicina de comienzos de cristianismo prevaleció la caridad sobre el interés por ahondar en el conocimiento de las causas de las enfermedades no se puede dejar de reconocer que los monjes cristianos tuvieron el mérito de conservar la obra de los enciclopedistas y de organizar los hospitales en los monasterios paso fundamental en el arte de curar. Cabe reproducir como ejemplo a este respecto palabras que en siglo IV escribió Casidoro al planificar la enfermería para su monasterio en su "INSTITUTO DIVINARUM LITTERARUM": Aprended la naturaleza de la tierra

y estudiad el modo de combinar raras especies . . . y si no sabeis leer griego leed sobre todo traducciones de Dioscórides; leed después las traducciones de Hipócrates y Galeno y las de la medicina de Aurelio Celsio. . . que con la ayuda de Dios he podido conseguir para nuestra biblioteca". Además a los benedictinos se debe el que Carlomagno en el año 805, haya instituído la enseñanza de la medicina.

Contemporariamente con estos acontecimientos del mundo occidental la medicina del imperio islámico, enraizada en la griega enriquecida con matices orientales y con conocimientos árabes de alquimia, ingresó a Sicilia y a España. Las traducciones al latín de los clásicos griegos y de la famosa enciclopedia de Avicenna (980 - 1037), que los árabes difundieron desde Córdoba, contribuyeron grandemente a la elevación del nivel de la medicina europea.

Con la influencia árabe y también la hebrea en el siglo IX, la escuela de Salerno adquirió carácter laico y se transformó en punto de la medicina durante largo tiempo al punto de llegar a ser, por disposición de Federico II (1240), depositaria exclusiva del derecho a acordar la licencia de médico.

Sin embargo la concepción medieval de la naturaleza recién comenzó a cruzar la gran vertiente que separa el período en que los hombres miraban a la naturaleza para encontrar ilustraciones moralizantes, del período en que empezaron a estudiar la naturaleza por sí misma en el siglo XII después de la cruzadas, época en que en rápida sucesión comenzaban a constituirse las universidades: Bologna y París (1110); Oxford (1167); Mont Pe-lier (1180); Cambrigde (1209); Padua (1222);

Viena (1365); Haidelberg (1381); Ferrara (1391).

Como paso hacia la medicina del renacimiento en 1312 en Bologna, centro del escolasticismo, Mondino (1270 - 1326) realizó la primera autopsia en una mujer y las primeras disecciones en cadáveres. Su tratado de anatomía, aparecido en 1316, aunque conservó algunos enfoques anatomofisiológicos de Galeno, pasó a ser el libro de consulta obligado hasta el siglo XVI. En el mismo siglo XIV, Saladino de Ascoli publicó su texto de farmacología "ANTIDOTARUM", en el que describe las formas de dosar drogas y de preparar y conservar los remedios y establece condiciones para el ejercicio de la actividad farmacéutica. Además, la peste negra, que afectó a distintos países europeos entre los años 1349 y 53, aunque mal interpretada en cuanto a su causa, dió origen a medidas sanitarias, como la cuarentena y el aislamiento, que luego habrían de generalizarse a otras enfermedades infecciosas.

En el siglo XIII Ibn an Nafis (1210-88) ya había encontrado que el tabique que divide ambos ventrículos del corazón es sólido y por consiguiente había cuestionado la teoría de Galeno. Sin embargo, la influencia de éste seguía siendo tan grande que ni Mondino con sus cuidadosas disecciones realizadas un siglo después fue capaz de superarla.

En el siglo XV un acontecimiento de singular importancia: la bula del Papa Sixto IV autorizando la disección de cadáveres, permitió a médicos y artistas el estudio de la anatomía humana.

Al genial Leonardo Da Vinci (1452 - 1519) correspondió el mérito de demostrar, en forma concluyente que los tubos aéreos van sólo a los pulmones y que la arteria pulmonar no lleva aire al corazón: primera objeción sólida a la teoría galénica. Lamentablemente el libro de anatomía que se propuso escribir con Marco Antonio Della Torre (1463 - 1506) nunca vió la luz por la muerte precóz de éste; pero sus magníficos dibujos han quedado como prueba indiscutible de su profundo conocimiento del cuerpo humano. Años más tarde Andrea Vesalio (1514 - 64) luego de prolijas disecciones, cuando sólo tenía 29 años, escribía su clásica obra "DE HUMANIS CORPORIS FABRICA". En la misma época, como sugiere su libro póstumo "RE-ANATOMIA" (1559), Realdó Colombo (1516 - 59) aparentemente estudió la circulación pulmonar. Pero recién en 1553 Miguel Servet (1511 - 53) hace la primera descripción de la misma en su publicación "CHRISTIANISM RESTITUTIO". En el mismo siglo XVI Girolamo Fabrizio (1533 - 1619), maestro de Harvey, amplió los conocimientos de fisiología e inició la embriología y Girolamo Fracastoro (1478 - 1553) en su libro "DE CONTAGIONE ET CONTAGIUS MORBIS" dió la primera explicación lógica al contagio atribuyéndola al pasaje de pequeños cuerpos del enfermo al sano. Por otra parte con el mejor conocimiento de la anatomía también comenzó a prestigiarse la cirugía, particularmente gracias al audáz impulso que le dió Ambrosio Pare (1510 - 90).

Los avances logrados entre el siglo XIII y XVI resultaron del esfuerzo de generacio-

nes por romper la resistencia que imperaba desde el medioevo a aceptar la verdad de los hechos y marcó la terminación de la servidumbre a conceptos que erroneamente habían sido ligados a la fe. El cambio no fue fácil. Por un lado estaba la intolerancia de los que malinterpretando la doctrina cristiana consideraban que buscar la razón y causa de las cosas era una herejía que contrariaba el dogma. Por otra los conceptos de Galeno y de Avicenna habían calado tan hondo en la medicina que oponerse a ellos era una audacia perturbadora: por llegar a quemar los libros escritos por ellos en un empeño por preconizar la enseñanza basada en la experiencia directa Philip Bombast Hohenheim (Paracelsus 1493 - 1541) recibió el repudio de la universidad de Basilea.

En el siglo XVII, iluminada por el espíritu del renacimiento, comenzó a brillar la ciencia. Es la época de Galileo (1564 - 1642); Kepler (1571 - 1630); Van Helmont (1577 - 1644); Torricelli (1608 - 1723); Pascal (1623 - 1662); Boyle (1627 - 1691); Newton (1642 - 1727). En ella la medicina rompió sus ataduras. William Harvey (1578 - 1657), con experiencias que llevaron 20 años, demostró en forma concluyente el papel del corazón, las arterias y las venas en la circulación sistemática; Gaspere Aselli (1581 - 1626) descubrió la circulación linfática; Marcelo Malpighi (1628 - 94) describió los capilares; Stephen Hales (1677 - 1761) midió en el caballo por primera vez la presión arterial; Antonio Van Laewenhoeck (1632 - 1723) introdujo el uso sistemático del microscopio y describió los glóbulos rojos, el espermatozoide, las fibras musculares; Santoro Santorio (1561 -

1636) introdujo con el termómetro, los métodos cuantitativos en la medicina y, con una balanza diseñada por él, probó la perspiración espontánea; Jean Baptist Van Helmont (1577 - 1644) descubrió el anhídrido carbónico, creó el término gases y guió la medicina hacia la química, que luego iba a sistematizar Georg Ernest Stahl (1660 - 1734) con su teoría flogística; Franz de la Bue (1614 - 72) creó el primer laboratorio universitario en el que estudió diversas sales.

Los descubrimientos de Galileo, Santorio y Harvey por otra parte llevaron a Rene Descartes (1596 - 1650) a crear la teoría mecanicista, que rápidamente cayó en el descrédito pero que de cualquier manera fue una significativa expresión del cambio en la actitud de los pensadores de ese siglo.

Los valiosos avances científicos y de mentalidad no impidieron sin embargo que se siguiera sosteniendo que el organismo no está gobernado por leyes físicas o químicas sino por leyes del alma. Por otra parte, las obras de Moliere y Ferrada "EL ENFERMO IMAGINARIO" y "LA CONFUSION DEL MEDICO" y el famoso médico inglés Thomas Sydenham (1624 - 89) haya llegado a decir que el libro más recomendado para el joven médico de esa época era el "QUIJOTE" sugieren que la medicina práctica continuaba prevaleciendo el empirismo, la fantasía y el ocultismo.

A partir del siglo XVIII el progreso científico se hizo más universal y notable. Es el siglo de Bernouilli (1700 - 1782); Linneo (1707 - 1778); Black (1728 - 1799); Priestley (1733 - 1804); Galvani ( 1737

1798); Scheele (1742 - 1786); Lavoisier (1743 - 1794); Volta (1745 - 1827); Laplace (1749 - 1827); Dalton (1766 - 1844); Ampere (1775 - 1836); Gaus (1777 - 1855); etc.

El incremento del comercio por la apertura de nuevos mercados y la activa incorporación de América a occidente obligó a los países europeos, particularmente a Inglaterra a activar la producción industrial, con esta surgió un nuevo y fuerte estrato social, la burguesía, que fue cobrando presencia en la medicina, a la que progresivamente fue pragmatizando. La ciencia contrariamente se aristocratizó y aisló en sus torres de marfil. Pese al esfuerzo de algunos maestros como Herman Boerhaave (1668 - 77) que se esforzó en dar un carácter científico a la enseñanza en la Univesidad de Leyden y de la positiva influencia que tuvo Albreath Von Haller (1708 - 77) con su libro "ELEMENTA PHYSIOLOGIAE CORPORIS HUMANI" el distanciamiento entre la medicina clínica y las ciencias básicas se fue haciendo cada vez más notable a medida que ambas avanzaban.

Pese a esta característica, que todavía no ha sido borrada, el siglo asiste a dos acontecimientos que van a ser de singular trascendencia por su proyección en la medicina del futuro: la introducción definitiva de la anatomía patológica como base del diagnóstico por Juan Bautista Morgagni (1682 - 1771) quien con su "DE SEDIBUS ET CAUSIS MORBORUM" (1704) y el exitoso ensayo (1796) de la vacuna antivariólica por Edward Jenner (1749 - 1823).

Al terminar el siglo XVIII en los países que estaban a la vanguardia del mundo los sectores que detentaban el poder político y económico comenzaron a preocuparse por el desarrollo científico tecnológico y a prestarle un decidido apoyo. Como resultado en el siglo XIX se produjo un inigualado progreso.

Tantos son los conocimientos incorporados en este siglo y tan grande el número de investigadores que contribuyeron a su logro que intentar mencionarlos o nombrarlos implicaría caer en omisiones injustificables y descibujaría el rasgo más valioso de este período que fue: la toma de conciencia de que los conocimientos son el fundamento de las realidades concretas que sirven a la humanidad.

Por su parte la generación de los estudios necrópsicos definió el carácter de la medicina del siglo XIX. La identificación anatómica, en efecto, facilitó el diagnóstico de lesiones y como resultado síntomas, signos y formas clínicas se multiplicaron. Es el período de auge de los grandes clínicos y en el que nacen las especialidades. Laennec (1781 - 1826); Bright (1789 - 1858); Addison (1793 - 1860); Schönlein (1793 - 1864); Graves (1796 - 1853); Hodgkin (1798 - 1866); Stokes (1804 - 78); Wunderlich (1815 - 77); Brown Séquard (1817 - 94); Corvisart (1824 - 82); Charcot (1825 - 93); y muchos pasan a la historia de la medicina. Es el siglo que comienza con el tambor de Marey (1830 - 1904); y termina con la introducción del esfigmomanómetro (1886) por Riva - Rossi (1863 -

1936), la de los rayos X (1895) por Roentgen (1845 - 1923) y del radio en 1898 por Marie Curie (1867 - 1934); es el siglo en que Long (1815 - 78) introduce la anestesia (1842) y Lister (1827 - 1912) la asepsia (1865), con lo que se abre una nueva era a la cirugía es el siglo en que la ciencia empieza a penetrar lentamente, pero sin pausas, en la medicina; en que Justus Von Liebig (1803 - 73) afirma la necesidad de buscar en las leyes químicas la explicación de los procesos metabólicos Johannes Müller (1801 - 58) abre el camino a la medicina experimental a la que Claudio Bernard (1813 - 78) va a dar vida definitiva con sus brillantes experiencias sobre la síntesis de la glucosa y el glucógeno en el hígado; en que Karl Virchow (1821 - 1902) inicia la patología celular; Luis Pasteur (1822 - 95) abre el campo a la bacteriología; Elie Metchnikoff (1845 - 1916) y Emile Roux (1853 - 1933) el de la inmunología Augusto Waller (1816 - 70), Karl Ludwig Kossel (1853 - 1927); Emil Fischer (1852 - 1919); y Jacques Loeb (1859 - 1924) el de la bioquímica y la fisicoquímica. El siglo XIX en síntesis, trazó la ruta por la que ha transitado la medicina del siglo XX a pasos agigantados, sumando conocimientos y tecnicizándose, para llegar a ser lo que es hoy: arte, rico en medios para preservar la salud y en recursos sofisticados para diagnosticar la enfermedad, poseedor de un arsenal terapéutico que compite mano a mano con la muerte y de una cirugía que ha rebasado fronteras que parecían insalvables; ciencia que de la

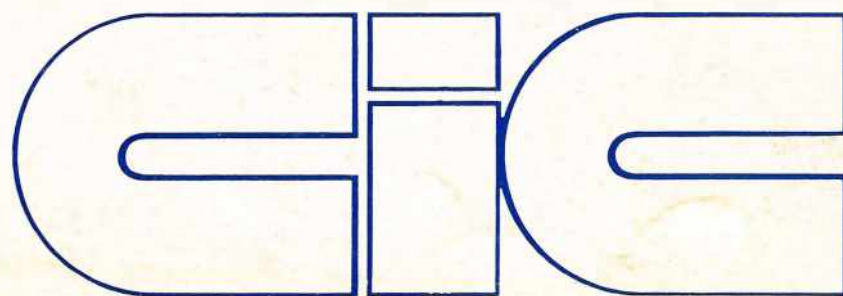
mano de la tecnología ha penetrado en la oculta estructura celular, se mueve a nivel molecular y urge en la arquitectura cromosómica. Medicina que por sus avances y su tecnificación ha llegado a preocupar a sociólogos, economistas, humanistas, teólogos, y hasta el mismo médico: porque al prolongar la vida y reducir la mortalidad está envejeciendo las poblaciones; porque al tecnificarse va haciéndose cada vez más exclusiva y costosa para la sociedad; porque con sus recursos terapéuticos, se está capacitando para controlar a voluntad la mente humana: porque con su posibilidad de modificar los caracteres genéticos puede llegar a rebasar límites ético morales; porque entre aparatos y señales y computadoras va dejando jirones del sentimiento de solidaridad que le dió origen y alejándose de la caridad que la alimentó; porque por extraña paradoja enfrenta al médico, a diario, con el dilema de decir cuando el ser ha deja-

do de serlo y hay que dejarlo en paz con el Señor. Medicina de vanguardia que afanosamente busca solucionar las enfermedades que afectan a las sociedades modernas, como el cáncer, la arterioesclerosis, la hipertensión, pero que, lamentablemente pareciera despreocuparse de las inhumanas diferencias que existen entre los pueblos. Medicina de lujuriosa eficiencia que sin embargo no ha podido aún desprenderse de los médicos omniscientes, que siguen creando confusión, ni de coexistir con otra, -la de la mayoría de los seres humanos de la tierra- que ha quedado sumergida en el empirismo, el curanderismo y la superchería.

En su historia la medicina tiene su propia guía. Esta fugaz revisión de ella intenta destacar el ritmo que la ciencia ha dado a su progreso y rescatar hechos y nombres que por su trascendencia positiva o negativa, seguirán siendo aleccionadores.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1 – CASTIGLIONI, A. ; A history of medicine. New York, A. A. Knoph ed., 1941.
- 2 – CROMBIE, A. C. ; Historia de la Ciencia, de San Agustín a Galileo. 2 vol. Madrid, Alianza ed. S. A., 1974.
- 3 – GARRISON, F. H. ; An introduction to the history of medicine. Ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1929.
- 4 – SEDGWICK, H. ; TYLER, W. ; Breve historia de la ciencia. Buenos Aires, Argos S. A., 1950.
- 5 – SINGER, Ch. ; UNDERWOOD, E. A. ; A short history of medicine, Oxford, at the Clarendon Press. 1962.
- 6 – WILLIUS, F. A. ; DRY, T. J. ; A history of the heart and the circulation. Philadelphia, & London. W. B. Saunders Company, 1948.



Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires