
Tecnología

Algunos aportes de la física moderna al desarrollo y perfeccionamiento de la industria

RAFAEL GRINFELD

DOCTOR EN FÍSICA, EL prof. Rafael Grinfeld se graduó en 1928 en la Universidad de La Plata. Becado por la Fundación Rockefeller hizo estudios sobre espectroscopia atómica y molecular en la Universidad de California (1932-33). Profesor de trabajos de investigación del doctorado de física de la facultad de Ciencias Físico-matemáticas, renunció como acto de protesta, al ser intervenida, en 1946, la universidad platense. En 1948 fué contratado como profesor de física y director del departamento de física por la Universidad Central de Venezuela. Actualmente es profesor de física general (I) y director del departamento de física de la facultad de Ciencias Físico-matemáticas de La Plata. Ha publicado más de treinta trabajos especializados. Es miembro, de las siguientes sociedades científicas, entre otras: Asociación Física Argentina, American Physical Society y American Institute of Physics, estas dos últimas de los EE. UU.

LA naturaleza empírica de la industria va siendo superada con vertiginosa rapidez en los últimos lustros al incorporar en sus métodos y procedimientos, los resultados más recientes y avanzados de las ciencias físicas. Se puede decir que cada una y todas las conquistas de la física moderna ha aportado o aportará algo, en el futuro, al progreso industrial. En realidad, el origen de las grandes industrias de nuestra civilización se basan en pocos descubrimientos físicos fundamentales, cuyos autores no sospecharon siquiera su posible utilidad práctica. Se recuerda que cuando un alto funcionario inglés preguntó a Faraday para qué serviría su descubrimiento del fenómeno de la inducción electromagnética, que constituye la base de prácticamente toda la gran industria eléctrica, respondió: “¿para qué sirve un niño?”...

No cabe duda que tampoco pudieron prever Maxwell, creador de la *teoría electromagnética*, y Hertz, productor de las primeras *ondas electromagnéticas*, predichas por aquél,

que medio siglo después esas ondas llenarían el espacio llevando y trayendo a través de continentes y océanos la voz de la humanidad; ni pudo J. J. Thomson pensar en que su descubrimiento del *electrón*, de sus propiedades electromagnéticas y de su capacidad de producir la fluorescencia de diversas sustancias bombardeadas con el mismo, pudiera servir de fundamento a los modernos aparatos emisores y receptores de la *radiotelefonía* y de la más reciente *televisión*. Tampoco pudo imaginar Edison, el gran inventor de la lámpara incandescente, el fonógrafo, etc., que su hallazgo del fenómeno *termoiónico* (emisión de electrones por filamentos calientes) sería el origen de las *válvulas electrónicas*, elemento esencial a la industria de la radio y del invento (Coolidge) de los modernos tubos de rayos X: otro descubrimiento, éste de física pura (Roetgen), casi simultáneo —a fines del siglo pasado— con el de la *radioactividad* (Becquerel) y el fenómeno *fotoeléctrico* (Hallwachs y Lenard), que hizo posible la creación del cine sonoro, entre otros usos de gran importancia. Por otra parte hay que tener en cuenta que el conjunto de esos descubrimientos, al hacer progresar la ciencia en general, posibilitan desarrollos técnicos aparentemente desvinculados de dichos fenómenos aisladamente.

En lo que sigue nos vamos a ocupar de los aportes a la industria provenientes de cuatro campos de la ciencia Física no mencionados en la rápida referencia histórica dada en las pocas líneas iniciales. Hay, naturalmente, otros aspectos que dejamos de lado. Creemos que los que vamos a tratar constituyen actualmente la fuente de las aplicaciones de mayor trascendencia para el progreso realizado por la industria en los últimos años y los que hará en los próximos. Los cuatro tópicos en cuestión son: 1) El análisis espectroscópico; 2) La fisión y fusión nuclear como fuentes primarias de energía; 3) La radioisotopía y 4) La automatización, los cerebros electrónicos y los transistores. Nos ocuparemos preferentemente del primero y tercero de los puntos enunciados porque en nuestra universidad, en el Departamento de Física de la facultad de Ciencias Físico-Matemáticas estamos estudiando los mismos y porque estamos convencidos que urge su aplicación en nuestra industria y en nuestro agro.

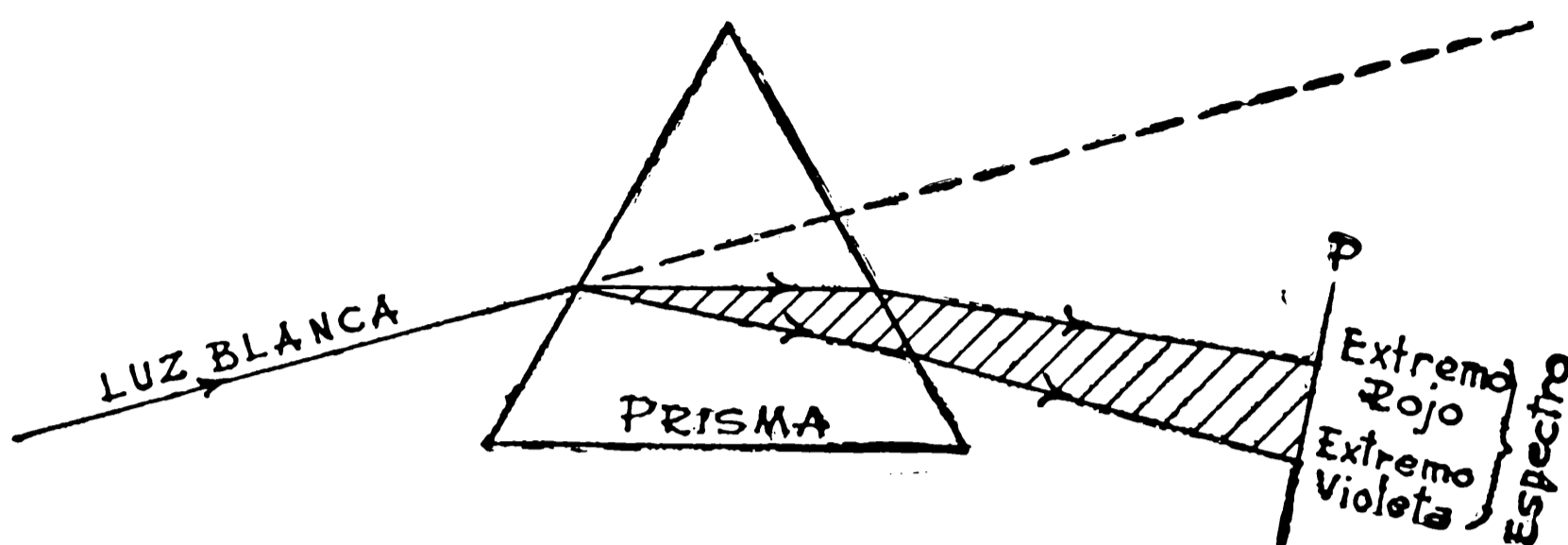


FIG. 1. — En este esquema se ilustra el fenómeno de la dispersión de la luz a su paso por un prisma transparente (medio óptico refringente), tal como lo descubriera Newton en el siglo XVII. Sobre este fenómeno y sobre otro —difracción de la luz—, asienta toda la técnica moderna de la espectrografía.

1. ANALISIS ESPECTROSCOPICO. — El descubrimiento de esta técnica de extraordinaria importancia para la industria moderna (dejamos de lado el aspecto puramente científico de los puntos tratados) se debe a Newton, en 1666. En efecto, él descubrió que un haz de “luz blanca” —digamos solar— al ser refractada, es decir al pasar por un prisma de vidrio (Fig. 1), además de desviarse de su dirección de incidencia (refracción) se abre en forma de un abanico, coloreado con los colores del arco iris. El conjunto de estos colores recibidos, por ejemplo, sobre una pantalla (P) se denomina, con Newton *espectro luminoso* de la luz incidente. Al fenómeno que ocasiona la separación, de los colores que constituyen la luz original se llama *dispersión*.

La transformación de ese descubrimiento de Newton en una nueva ciencia y una nueva técnica se debe, en primer término, a los trabajos de Bunsen y Kirchhoff (1860). Estos investigadores con un dispositivo perfeccionado, llamado *espectroscopio*, estudiaron la estructura no sólo de la luz solar sino la que emiten las más diversas sustancias puras y compuestas cuando son “excitadas” en distintas fuentes luminosas, tales como el mechero de Bunsen, el arco eléctrico, etc., y hallaron que:

a) Cada sustancia simple, o elemento, emite —y absorbe— un conjunto de colores definidos cada uno como una “línea” espectral. Es decir, cada sustancia posee un espectro característico que la individualiza perfectamente. Por ej., el metal sodio (Na) irradia, en

una llama de Bunsen, una intensa luz amarilla, perfectamente determinada. Invirtiendo el razonamiento, podemos decir que si en un rayo luminoso, analizado por un espectroscopio, aparece la radiación correspondiente a ese "color" (determinado por la *frecuencia o longitud de onda*) es porque en la fuente que originó dicho rayo hay átomos del metal sodio.

b) Si en una fuente existen, además de los átomos de sodio, los del metal potasio (K), verbigracia, el espectro correspondiente revela la presencia de las "líneas" características de ambos elementos. Esta propiedad *aditiva* vale cualquiera sea el número de elementos presentes en la fuente. En consecuencia, si una muestra contiene determinado número de elementos y es apropiadamente excitada por una chispa o un arco eléctrico, aparecerán en el espectro correspondiente las líneas espectrales características a cada una de esas sustancias. Luego, conocidos los espectros de los elementos materiales, como ocurre ahora, si se desea saber cuántos y cuáles de los elementos figuran en cierta muestra, basta producir con la misma un arco o una chispa eléctrica, enviar la luz así emitida a un *espectrógrafo* *, registrar el espectro obtenido y "medirlo". Con estos datos, recurriendo a tablas especiales, se deduce de inmediato el conjunto total de elementos que forman la muestra. En esto consiste el análisis espectral o análisis espectroquímico cualitativo.

c) Se encontró también que la fuerza o intensidad que las *líneas características* de cada elemento presentan en un espectro, si las condiciones de producción, obtención y detección son idénticas, dependen de la proporción del elemento en la muestra analizada. A mayor abundancia de ciertos átomos, mayor intensidad de su espectro. Sobre este hecho se funda la posibilidad de aplicar el análisis espectroscópico para determinar en forma cuantitativa la composición química de una determinada muestra: *análisis espectroquímico cuantitativo*. (Dejamos de lado, claro está, los problemas teóricos y experimentales que se presentan en el empleo de este nuevo y poderoso método de análisis).

* El espectrógrafo es un perfeccionamiento del espectroscopio en cuanto en lugar de producir el espectro sobre una pantalla observable a simple vista con una lupa, se coloca una placa fotográfica que registra los lugares donde llegan las radiaciones en cuestión.

TECNOLOGÍA

d) La sensibilidad del método espectrográfico es extraordinaria y para bajas proporciones es enormemente superior al método químico, pudiendo en diversos casos llegar a determinar la presencia de elementos metálicos que figuran en la muestra en proporciones inferiores a una parte en cien millones.

Los modernos espectrógrafos y los accesorios indispensables (fuentes de excitación, aparatos de análisis, etc.), junto a precisas técnicas, han entrado en los últimos lustros como elementos indispensables en las más variadas aplicaciones industriales. Ilustraremos su uso no sin antes mencionar una reciente innovación que realiza el análisis espectrográfico cuantitativo en forma totalmente "automática" y con una rapidez inalcanzable por el método fotográfico. Se trata de los aparatos denominados "*quantómetros*" o de registro automático. En éstos se substituye la placa fotográfica, por un dispositivo de una o más "células fotoeléctricas" ubicadas en los lugares del espectro donde se forman las líneas de los elementos a analizar. Su luz es recogida por la célula y ampliada por un dispositivo electrónico apropiado, que lo compara con una señal o nivel normal, registrando directamente el porcentaje del o de los elementos así analizados.

APLICACIONES EN LA INDUSTRIA METALÚRGICA. — Con un buen equipo espectrográfico se puede, con una sola operación, determinar la composición cualitativa de cualquier muestra en relación a todos los elementos metálicos (más de 50) y también de varios metaloides. Damos, a continuación algunos ejemplos que destacan el papel esencial que el análisis espectrográfico cuantitativo desempeña en la gran industria metalúrgica.

Si en una fundición de acero se introduce, por ejemplo, un exceso de estaño que puede provenir del hierro viejo que se usa, las propiedades mecánicas del producto pueden modificarse tanto que hagan inútil toda una producción de cientos de toneladas. Análogamente, si en una fundición de cobre se gana un exceso de bismuto, el producto puede resultar inútil, con la pérdida de millones de pesos. Con el análisis químico común resulta casi imposible verificar la existencia de elementos o impurezas inesperadas, pues habría que realizar largas investigaciones para lograrlo. El método espectrográfico, por el contrario, evidencia de inmediato todas las impurezas metálicas y su análisis cuantitativo se realiza sobre un hecho conocido.

F. C. Stephen, de la Telegraph Condenser Co, Ing. cita la siguiente comparación: mientras un buen analista químico puede determinar el porcentaje de hierro en aluminio a razón de 25 análisis por día (ocho horas de trabajo), con el método espectrográfico un operador puede hacer 20 análisis en una hora.

El método espectrográfico se emplea, además, en la inspección y la determinación de la pureza de metales, indispensables para ciertos usos industriales; y de su origen mineralógico, ya que según el mismo presentan espectros diferentes.

APLICACIONES GENERALES: Se emplea en gran escala en las industrias, como la de la cerveza; en el estudio de minerales (ejemplo: bismuto en minerales de cobre); tejidos vegetales y animales. Otro ejemplo: el defecto de cobalto en los pastos provoca una enfermedad seria en los animales que se alimentan con ellos; este hecho fué demostrado por el método espectroscópico en Australia e Inglaterra. Una enfermedad de las ovejas (lesiones en la columna vertebral y en el cerebro) resultó deberse a una carencia de cobre en su dieta. Dada la importancia de nuestra industria agropecuaria, creemos oportuno detenernos en estas citas. Recordemos, a propósito, que son esenciales para un buen crecimiento de diversos vegetales pequeñas cantidades de boro, cobre, manganeso, molibdeno y zinc: fué el método espectrográfico el medio para descubrir estos hechos y el medio de cuidar de que ello no ocurra en casos concretos.

No termina aquí la aplicación del espectroscopio: su uso se impone, repetimos, donde la "detección" de pequeñas proporciones de elementos difíciles o imposibles de hallar por vía química constituye una necesidad. En la industria cerámica se dan precisamente tales casos y el método que estamos describiendo se aplica a más del 80 % de los análisis de composición que se realizan en esa gran industria.

En medicina, biología y farmacología el uso del espectrógrafo es también esencial en nuestros días: en problemas toxicológicos; en la determinación de la pureza de vitamina A (espectro de absorción), etc., etc.

El empleo de los dispositivos "quantométricos" constituye un gran paso adelante por la extraordinaria rapidez con que permite analizar cuantitativamente una muestra de acero, hierro fundido, bronce, latón, etc., en minutos, indicando los porcentajes de diez o más ele-

TECNOLOGÍA

mentos en contados minutos. De este modo se puede seguir un proceso metalúrgico (digamos de fundición, estañado, cromado, etc.), sin tener que detenerlo. Cualquier alteración del proceso y del producto se detecta a tiempo para corregirlo, evitando daños y pérdidas enormes, que a veces obligan a parar secciones o fábricas enteras hasta solucionar una falla. Por su costo, este aparato se impone en industrias de gran producción.

No podemos dejar de agregar que actualmente se completa el método espectrográfico común descrito con los de fluorescencia, raman, rayos X y microondas. Cada uno de éstos fundado sobre un fenómeno físico que en su origen no fué sino un hecho del conocimiento y descubrimiento puro.

Desgraciadamente, nuestra industria no ha introducido aún tan importante procedimiento de ayuda para mejorar y abaratar su producción, cuando en Norteamérica y en Europa está ya generalizado desde hace 10 ó 15 años. Como se vé, se trata precisamente del período de la dictadura, que también en este sentido ha perjudicado al país, deteniendo el progreso científico y técnico de nuestra Universidad y por haber fomentado y protegido industrias de origen espurio.

2. ENERGIA ATOMICA. — Aquí solamente nos vamos a ocupar de un aspecto de este revolucionario aporte de la física moderna a la industria. Es sabido que durante el más absoluto secreto de guerra se desarrolló en Norteamérica (y también en Canadá e Inglaterra) la aventura técnico-científica más extraordinaria de la historia de la humanidad. Como consecuencia de la misma resultó un terrible artefacto destructor: la *bomba atómica* de uranio o plutonio.

En este trabajo dirigimos nuestra vista al aspecto constructivo, al aporte del nuevo descubrimiento físico para la vida del hombre y no para su destrucción.

Ante todo, los fundamentos teóricos y experimentales de la liberación de la energía contenida en el centro atómico, el núcleo, están relacionados con varias conquistas científicas puras o fundamentales, a saber: el principio de equivalencia de masa (materia) y energía, enunciado por Einstein (1905) en conexión con su primer trabajo sobre relatividad (restringida); b) la prueba de la posibilidad de desintegrar y transmutar artificialmente los elementos liberando su

gran energía atómica interna (Lord Rutherford, 1919); c) el descubrimiento del *neutrón* (Chadwick, 1932) y su aplicación para provocar desintegraciones de núcleos pesados (Fermi, 1934); y finalmente, d) el descubrimiento de la *fisión nuclear* del uranio - 235 (Han y Meitner; Bohr y Wheeler) que consiste en el estallido del núcleo del uranio - 235 cuando incide sobre el mismo neutrón (lento).

Esta explosión nuclear, consiste en una división en dos “partes grandes” de aproximadamente la mitad del peso (masa) del núcleo original (U - 235), con liberación de una tremenda energía y la emisión, término medio, de 2 a 3 *neutrones secundarios*, que a su vez pueden, en condiciones favorables, provocar nuevas fisiones de otros tantos núcleos de U - 235. Véase el esquema de la Fig. 2.

Se debe a Fermi (el genial y malogrado físico italiano que hubo de abandonar su patria durante el dominio del nazifacismo por el “delito” de tener una mujer judía), en colaboración con varios físicos norteamericanos, la creación de la *máquina* típica de la nueva era atómica: la *pila Atómica* o *reactor Atómico* (1942).

En esencia se trata de una “caldera” u “horno” atómico, donde el combustible es el metal radioactivo uranio. Hay diversos dispositivos de reactores pero el principio de todos ellos es la fisión nuclear, que se inicia, en general, automáticamente y se mantiene controlada produciendo flujos de energía inmensos, según las características constructivas de la pila. En todos los casos, la energía que en forma de calor se genera por la fisión de 1 Kg. de U - 235 equivale aproximadamente a la de combustión de casi ¡3.000.000 de Kg. de carbón de antracita! La importancia de este aporte de la física a la industria actual y futura no puede ser avalada por nosotros que somos especta-

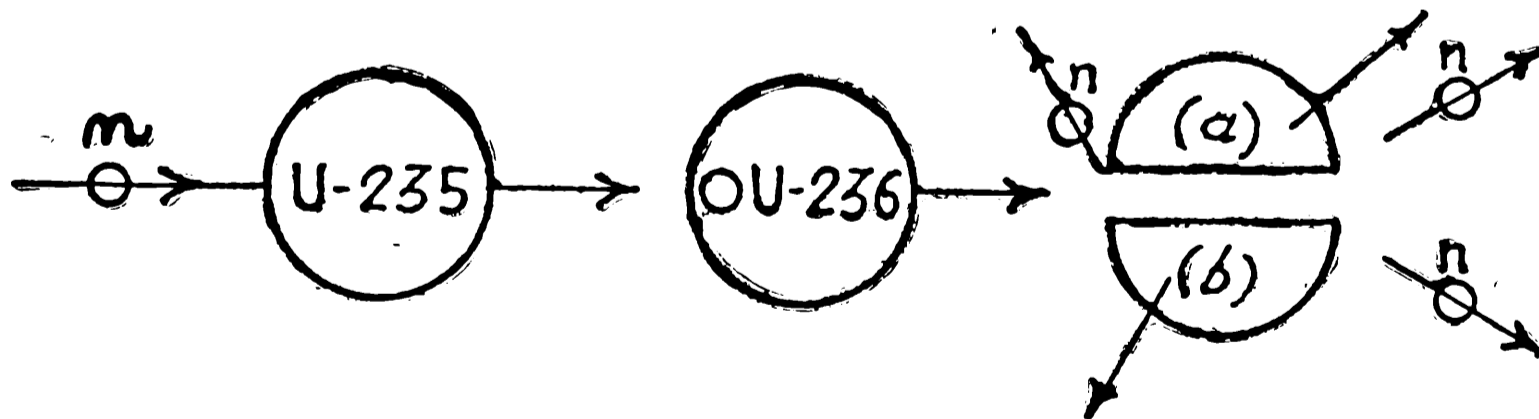


FIG. 2. — Esquema de la fisión del núcleo de uranio - 235 provocada por la “captura” de un neutrón (n). El núcleo intermedio U - 236 es altamente inestable y estalla (fisión) en dos partes (a) y (b), emitiendo a la par tres neutrones secundarios.

TECNOLOGÍA

dores del nacimiento de esa nueva técnica. Todos sabemos que las posibilidades de progreso y de bienestar de la humanidad dependen en buena parte de su capacidad de poner a disposición de la misma cada vez mayores fuentes de energía. Los combustibles (moleculares), el petróleo y sus derivados, el carbón, las caídas de agua, son difíciles de obtener en ciertas zonas y además limitados. El agregado de una nueva y rica fuente primaria de energía es una de las contribuciones más importantes al progreso humano de nuestra ciencia, si como es de esperar, el "homo sapiens" no es bastante torpe para destruirse con sus propias creaciones...

Piénsese que Inglaterra para dentro de seis años tendrá en energía atómica un equivalente a la que produce la combustión de cuatro millones de toneladas de hulla... La Argentina puede ser uno de los más beneficiados con la adopción de reactores atómicos como fuentes energéticas distribuidas en las más alejadas zonas de nuestro extenso e infrapoblado territorio. Superado el bochornoso "bluff R - P." de la dictadura, debemos esperar una reorientación e incrementación de los estudios físicos argentinos, dedicando a esta ciencia básica y esencial para el progreso de todo país civilizado, mucha mayor atención y apoyo oficial y privado (industrial). Nuestros institutos de física son pobres en instrumental y en investigadores. El país necesita urgentemente la elevación del nivel de esta ciencia, aumentar el número de investigadores, contratar físicos extranjeros, etcétera.

3. RADIOISOTOPÍA. Este aporte de la "era atómica" es por lo menos tan importante como el invento de los reactores atómicos. Los pocos ejemplos que damos a continuación mostrarán al lector cuán versátil y sensible es esta nueva "herramienta" creada por la física nuclear.

Como dijimos, se debe a Becquerel el descubrimiento del fenómeno de la *radioactividad* a fines del siglo pasado. Los estudios, especialmente de los esposos Curie y de Lord Rutherford y Soddy, probaron que los así llamados *cuerpos radioactivos* como el uranio, el radio, el polonio, etc., emiten espontáneamente tres clases de rayos (o radiaciones): α (alfa), β (beta) y γ (gama). Los rayos o partículas α , resultaron ser núcleos del gas noble helio; los "rayos β " son electrones. Ambas partículas son emitidas por el núcleo radioactivo a tre-

mendas velocidades de decenas y centenares de millones de kilómetros por hora. Los rayos γ son rayos X tan duros que para producirlos en tubos comunes habría de disponerse de millones de voltios de diferencia de potencial. Rutherford y Soddy probaron que la emisión de una partícula α o β significaban una transmutación del átomo emisor. Apareció así la existencia de átomos radioactivos de un mismo elemento que diferían en su peso relativo o *peso atómico*. Este hecho adquirió una trascendencia fundamental para la física y la química cuando pocos años después descubrió Aston que el mismo era general para todos los elementos naturales; es decir, para los 80 elementos estables. Aston llamó a tales especies atómicas de una misma sustancia simple, *isótopos*. Por ejemplo, el gas *cloro* está naturalmente formado por dos especies atómicas, dos isótopos estables de peso atómico (P. A.), 35 y 37; el hidrógeno posee también dos *isótopos estables*: el común de P. A. = 1 y el hidrógeno pesado o *deuterio* de P. A. = 2. El metal uranio está constituido naturalmente por tres isótopos radioactivos (inestables) de P. A. = 235, 236, 238. En 1934 descubrieron los esposos Curie - Joliot la radioactividad *inducida o artificial*, consistente en la creación artificial de átomos isotópicos radioactivos (*radioisótopos*) de elementos estables, es decir que naturalmente no son radioactivos. Las reacciones que ocurren en toda pila crean centenares de radioisótopos. El intenso flujo de neutrones que existe en todo reactor atómico permite la producción de radioisótopos de todos los elementos. (Es claro que existen otros medios para producir radioisótopos). Desde el punto de vista químico y físico común todos los isótopos estables y radioactivos de un mismo elemento se comportan igualmente, con la diferencia fundamental de que los isótopos radioactivos denuncian su presencia por la emisión de sus rayos característicos. Aquí debemos hacer referencia al detector más generalizado de dichas radiaciones cuyo modelo clásico, el contador de Geiger - Müller (G - M), es de tal sensibilidad que prácticamente denuncia la presencia de un sólo proceso radioactivo. Como instrumento, el contador G - M es un equivalente a un microscopio atómico en relación al microscopio óptico común, con una sensibilidad un millón o más de veces mayor.

Tal vez la contribución más importante de la nueva técnica radioisotópica reside en su aplicación a los estudios de las propiedades

TECNOLOGÍA

fundamentales de la materia, en especial del proceso natural de la *fotosíntesis*. En cuanto a la contribución a la industria, citemos entre otros los siguientes:

RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL. El uso de ciertos radioisótopos como el cobalto - 60, cesio - 137 e indio - 192 producidos por una pila atómica, han hecho posible el descubrimiento de fallas internas de gruesas piezas metálicas o de soldaduras, imposibles de detectar de otro modo. En realidad, en principio se puede utilizar para ello el radio. Pero, en cuanto a intensidad de radiación, una pastilla de cobalto - 60, de un costo de 100 dólares, substituye con ventajas a una de radio de más de 20.000 dólares. Pero no es sólo el costo 200 veces menor el que impone el uso de los elementos radioisotópicos artificiales sino, además, al hecho de que se pueden fabricar radioisótopos con radiaciones que se ajustan preferentemente a distintos casos.

MEDIDORES DE ESPESOR. Sobre el mismo principio de detección isotópica se han construido medidores y reguladores de la producción de hojas de papel, aluminio, cobre, plásticos, etc., haciendo pasar las láminas en cuestión por encima de una fuente radioactiva, en general de rayos beta (por ej., Ni - 63). Frente a la cara opuesta se coloca un medidor G - M. Toda variación de cierto valor en el espesor de la hoja pasante provoca el funcionamiento del detector, el que a su vez influencia un circuito electrónico que automáticamente controla la producción. El mismo dispositivo se emplea en grandes fábricas norteamericanas de cigarrillos para verificar en forma automática la carga y distribución de tabaco.

INDICADOR DEL NIVEL DE LÍQUIDO EN TANQUES OPACOS. Indicadores y registradores automáticos de nivel de líquidos en recipientes metálicos (tanques) se han construido basándose en el hecho de que la radiación de un radioisótopo apropiado es parcial o totalmente absorbida cuando el fluido alcanza un nivel determinado. Para ello se coloca una cápsula, por ejemplo de Co-60 a la altura deseada y frente al radiador un detector G.M. Apoyándose en igual principio se han ideado medidores de la densidad del suelo (usando también el radiador de rayos gama, Co-60) y un medidor de humedad empleando una fuente radioisotópica de neutrones rápidos.

OTRAS APLICACIONES: a) La irradiación de plásticos, como el polietileno, con rayos gama de diversos radioisótopos modifica su estructura

molecular haciéndolos más resistentes a altas temperaturas; verbigracia aumenta su punto de ablandamiento de 70° a 190° C. b) Se está estudiando actualmente la esterilización de productos perecederos o deteriorables a temperatura ambiente con irradiación de rayos gama apropiados. Se trata de una aplicación que de ser resuelta en sentido favorable transformará numerosas técnicas atinentes a la conservación de alimentos, semillas, etc. c) En la industria metalúrgica se está usando la radioisotopía para estudiar el desgaste de los anillos de pistones, coginetes, etc. con el radioisótopo hierro-59 y midiendo la radioactividad del aceite de lubricación en función del tiempo de funcionamiento. Una sola compañía norteamericana ha obtenido, según sus propias declaraciones, en una investigación de cuatro años y a un costo de unos 35.000 dólares, resultados que con los procedimientos convencionales clásicos le hubiera insumido más de medio siglo de trabajos y un costo de más de 1.000.000 de dólares. d) En el estudio de la intervención de ciertos agentes químicos denominados catalizadores, la aplicación de la técnica de los radioisótopos ha significado un gran avance y ahorros de millones de dólares. e) La industria petrolera se ha beneficiado con varios importantes aspectos de la radioisotopía tal como el “indicador automático” de la acidificación de pozos petrolíferos; de circulación y separación de diversos flúidos por una misma cañería, etc. f) Entre las aplicaciones que constituyen aportes realmente revolucionarios debemos citar los agronómicos en cuanto a estudios de abonos, procesos de crecimiento, genética, etc.

Se comprende, por esta somera y rápida enumeración, la trascendencia que ya tomó esa nueva ciencia y técnica para nuestra industria en general y que por ello constituye un hecho auspicioso la creación reciente en nuestra Universidad de una Comisión Especial de Energía Atómica dedicada, por ahora, al estudio, desarrollo y aplicación de las técnicas radioisotópicas.

4. TRANSISTORES Y AUTOMATIZACION INDUSTRIAL.

— No podíamos dejar de mencionar, siquiera sea de paso, el descubrimiento y aplicación de las extrañas propiedades de ciertos semiconductores, tales como el germanio y el silicio que permiten construir los llamados *transistores*, elementos éstos que pueden substituir las válvulas termoiónicas con grandes ventajas en economía y posibilidades de tra-

TECNOLOGÍA

bajo. Pero una de las más profundas revoluciones en la industria y en la propia organización social se insinúa con la aplicación de los nuevos calculadores electrónicos automáticos (cerebros electrónicos) y los dispositivos automáticos industriales. Hay ya fábricas en las que 8 a 10 obreros especializados realizan con tales mecanismos automáticos, producciones que hasta recientemente requerían la labor de más de 1.000 operarios.

Si el hombre de esta hora plena de posibilidades maravillosas es capaz de amoldar su estructura mental y sentimental a las nuevas condiciones que sus propias creaciones imponen, la Era Atómica será la era de un nivel de vida y cultura jamás soñado. Esas condiciones incluyen como imperativos categóricos básicos la superación de los regímenes totalitarios de todos los colores; la implantación y afianzamiento de las libertades públicas, franca y sinceramente —universalmente— y la anulación de las injusticias sociales que hacen que en un mundo de superproducción existan millones y millones de seres infraalimentados, mal vestidos, sin medicamentos, sin cultura. Hay que cimentar un alto grado de cultura popular que incline al hombre hacia la solidaridad social y hacia la defensa de la libertad y la justicia. Para esto último hay que atender a la instrucción en todos los grados como el problema más importante de nuestro tiempo.

Finalmente creemos imprescindible decir que la reconstrucción del país debe basarse en una *amplia y profunda tecnificación de nuestra industria y nuestro campo*. Para ello hay que apuntalar y multiplicar los centros de investigación en todas las disciplinas pero profundamente en la Física, a la cual todos los países con visión de futuro dedican grandes sumas porque saben que así sientan las bases de una verdadera posibilidad de elevación y perfeccionamiento de sus industrias y de su cultura técnico-científica.