

Así pues, vemos cómo al variar las condiciones citoplasmáticas, varía la fisiología nuclear.

Experimentos de trasplante de núcleos en embriones de Anfibio (*Rana*, *Xenopus*, etc.), nos demuestran la transformación nuclear que ocurre durante el desarrollo (King, Brings, Gourdon). Si se extraen núcleos de embriones incipientes (blástulas) y se inyectan con micropipeta en huevos ya fecundados, en los que se ha extirpado el núcleo, de esos huevos se desarrollarán embriones que, en su gran mayoría, rematan en renacuajos normales. Pero si los núcleos provienen de embriones más avanzados (gástrulas o neurulas), gran cantidad de los huevos con los núcleos

trasplantados o no segmentan o no gastrulan, o lo hacen en forma defectuosa.

También se hizo el experimento trasplantando núcleos de zonas que se diferencian más precozmente en el embrión (cordoblasto de la neurula) y se comprobó que poquitos huevos, que habían recibido esos núcleos, eran capaces de tener un desarrollo relativamente normal.

Así se ha concluido que el núcleo, inducido por factores citoplasmáticos, cambia durante el desarrollo, limitando su totipotencialidad para dirigir una embriogénesis normal (Fig. 14).

IMPORTANCIA Y CONSECUENCIAS DE LAS DIFERENTES FORMAS DE INVESTIGACION CIENTIFICA

El Commissariat Général du Plan d'Équipement et de la Productivité, ha dado recientemente a conocer el cuarto plan de desarrollo de la investigación científica y técnica, que se desarrollará entre 1962 y 1965. El informe que contiene los fundamentos y el análisis de los medios y de las metas del plan, ha sido elaborado por una Comisión consultiva de la investigación científica y técnica. Del informe ofrecemos a los lectores del BOLETÍN un capítulo destinado a examinar la importancia de las diferentes formas de la investigación y sus consecuencias para el desarrollo de las naciones.

1 Consideraciones generales

Los resultados espectaculares registrados después de la guerra por las grandes potencias mundiales, han proporcionado la prueba de que el alto nivel de vida y cultura, la salud física de un pueblo, así como su poder económico, están ahora íntimamente ligados al esfuerzo general de la investigación científica.

Es bien sabido, en efecto, que la potencia intelectual de una nación así como el vigor de la industria están en función directa con los esfuerzos desplegados para el perfeccionamiento de las cosas actuales, es decir, de la suma de inversiones en hombres y material que están dedicados, permanentemente, al abonde de los conocimientos actuales y al mejoramiento de los problemas conocidos.

Este poder de renovación se manifiesta, por otra parte, al nivel de la vida cotidiana, por la evolución permanente de su situación misma: la aparición de técnicas y de productos nuevos, y la disponibilidad de servicios más eficaces o más rápidos.

La innovación y el bienestar que son impronta del mundo moderno, son esencialmente los resultados de investigaciones pacientes y laboriosas ejercidas sobre algunos de los eslabones que enlazan, por vías a me-

nudo muy diversas, a los hombres de ciencia con todos los que tienen como oficio su aplicación.

Es conveniente, por lo tanto, intentar definir a la vez los aspectos de la investigación científica y precisar la manera cómo ella puede promover la evolución de lo obtenido. De la misma manera, parece ser deseable precisar las interacciones de la investigación científica y la industria y subrayar la importancia de los problemas científicos en la expansión económica.

2 La investigación fundamental

La investigación fundamental o básica no se propone, en principio, otro objetivo concreto que el de acrecentar y profundizar el estado de los conocimientos en todos los campos del saber. Para lograrlo, esta forma de investigación trata primero de establecer los conceptos originales y las relaciones de los diferentes fenómenos que quiere estudiar. En seguida, trata de verificar sus tesis mediante las experiencias de laboratorio o la observación de los fenómenos naturales.

Cuando logra resultados, es decir, una explicación válida de ciertas acciones o de ciertos hechos, cuya incidencia de unas sobre las otras era hasta entonces desconocida, esta forma de investigación científica es particularmente fructuosa. Abre entonces horizontes nuevos que contienen en sí mismos trastornos completos en las técnicas o en los métodos, y proporciona de esa manera al país que la ha fomentado años de adelanto. Los ejemplos de tales resultados son de todos conocidos, y sin necesidad de remontarse muy atrás, se pueden citar por vía de ejemplo recientes investigaciones fundamentales que han significado una modificación profunda de técnicas o nuevas posibilidades de intervención humana: 1) las investigaciones teóricas sobre los movimientos electrónicos en los sólidos, condujeron hacia los transistores, cuyo empleo es ahora universal

y ha modificado considerablemente las técnicas electrónicas.

2) Las investigaciones puras en el campo de la espectrografía teórica y en especial con las investigaciones de A. Kastler, que han llevado al perfeccionamiento de amplificadores energéticos extremadamente poderosos, los "massers" y los "lasers". Estos últimos, en especial, constituyen nuevas fuentes de luz de alta intensidad, que ofrecen importantes perspectivas de aplicación, sobre todo en el campo de las telecomunicaciones.

3) El estudio de los fenómenos de resonancia magnética electrónica ha llevado a la posibilidad de realizar análisis químicos rápidos, así como los estudios sobre resonancia nuclear han permitido la construcción de magnetómetros de protones que permiten la medición muy precisa de los campos magnéticos los que ahora se utilizan para detectar las ligeras variaciones del campo magnético terrestre, especialmente en las prospecciones petrolíferas.

De los ejemplos más antiguos, entre los cuales a veces su aplicación se retrasó, no puede dejarse de citar el aporte de Einstein que abrió la posibilidad de producir enormes cantidades de energía. Los estudios de H. von Halban, F. Joliot, L. Kowarsky y F. Perrin, en 1940 llevaron al principio de los reactores nucleares, principio que condujo a la puesta en servicio el 2 de diciembre de 1952 en Chicago, de la primera pila atómica bajo la dirección de Fermi. Las aplicaciones actuales de la física nuclear son innumerables y desbordan el marco de la simple producción de energía y se sitúan a veces en sectores muy alejados de la física. En biología y en medicina, por ejemplo, se utilizan los trazadores radiactivos, para estudiar el metabolismo. En arqueología, también, el empleo del carbono 14 permite determinar la edad de ciertos documentos.

Las investigaciones fundamentales en biología se encuentran en la base de los éxitos de la investigación en medicina. Es necesario recordar aquí las profundas modificaciones producidas en los métodos terapéuticos por el descubrimiento de los antibióticos. En este mismo campo, las investigaciones teóricas que han llevado al aislamiento y síntesis de hormonas (insulina y cortisona, por ejemplo) han tenido aplicaciones prácticas inmediatas ampliamente utilizadas en medicina. Es importante subrayar el papel esencial desempeñado por las investigaciones fisiológicas en el progreso de las técnicas quirúrgicas (reanimación, cirugía cardíaca, etc.).

La investigación pura es por lo tanto el más seguro sostén del ritmo de progreso y apoyo esencial de todas las otras formas de investigación, más o menos orientadas, de las cuales ella condiciona estrechamente la amplitud y el interés mismo de los trabajos.

Sin profundizar en las fuentes del saber, sin una explicación más perfecta del medio que nos rodea, toda otra actividad de investigación o de aplicación se reduciría a un mejoramiento limitado, a un afinamiento restringido de las técnicas, y no llevaría a ninguna decisión de envergadura que pudiera modificar la concepción del conjunto de un problema o revolucionar un procedimiento.

Un propósito esencial del plan es, por lo tanto, favorecer la expansión de la investigación pura, de intensificar el desarrollo en los dominios claves y dar a los investigadores y a los organismos especializados en este género de problemas los medios de investigación cada vez más adaptados para franquear las nuevas etapas en la profundización de los conocimientos.

3 La investigación aplicada

A diferencia de la investigación fundamental, la aplicada enfrenta temas concretos y precisos susceptibles de ser explotados en la práctica.

La expansión de la industria en el curso de los últimos años y la creciente complejidad de las técnicas, han estado acompañadas de un esfuerzo correspondiente de la investigación aplicada.

La tarea esencial de esta forma de investigación es mejorar constantemente las técnicas o los procedimientos utilizando, en la medida de lo posible, los resultados y las teorías nuevas establecidas por la investigación fundamental.

La investigación aplicada constituye, en efecto, la prolongación de la investigación pura, y uno de los objetivos de este informe será, desde este punto de vista, sugerir los medios de multiplicar los contactos entre estas dos formas de la investigación para la mayor eficacia de ambas.

Como su nombre lo indica, la investigación aplicada está limitada a un objeto preciso y la importancia de los resultados a obtenerse, en plazos siempre relativamente breves, está directamente en función de los sectores y del objetivo determinado al cual ella se dedica. A título de ejemplo puede citarse el valor de la investigación aplicada en relación con la producción petrolífera: la tasa de recuperación del aceite, en relación a las reservas del yacimiento, es un promedio de 15%; cada punto suplementario de este porcentaje, que podría obtenerse mediante un mejoramiento de la técnica, significaría 50 mil millones de francos antiguos para un yacimiento de importancia normal.

Sin esperar siempre estos resultados espectaculares, es necesario sin embargo atribuir al esfuerzo de la investigación aplicada los progresos cotidianos que experimenta la técnica en cada industria u otras activi-

dades, progreso que no cesa de contribuir al mejoramiento de la calidad de los productos o a las condiciones mismas de la producción.

La investigación fundamental y la aplicada tienden, siguiendo un proceso en cadena que implica su estrecha coordinación, a extender el ámbito de los problemas conocidos y poner nuevos medios a disposición del hombre.

4 *Las interacciones entre la investigación y la industria*

Las interacciones entre la ciencia y la industria no han dejado de intensificarse en el curso de los últimos años, con el máximo provecho mutuo.

La ciencia enriquece a la industria con nuevos datos que permiten a ésta la creación de nuevas técnicas. Estas últimas desembocan a menudo en nuevos problemas que abren un campo inédito a la investigación científica.

Por otra parte, las condiciones actuales de la vida económica y política tienden a dar a este ciclo una creciente aceleración. Sus causas se encuentran sin duda, por una parte, en la "masa crítica" alcanzada por la industria misma: sus posibilidades de reproducir tan rápidamente y con tanta exactitud los resultados de los laboratorios, el poder de sus medios de producción, así como sus necesidades; y por otra, el estado de concurrencia técnica que caracteriza las relaciones entre las grandes potencias, consecuencias ellas mismas de la extensión de la economía y de cierta tensión política.

El mismo estado de ánimo que se ha creado a la par de la elevación de los niveles de vida y que exige un mejoramiento constante de los bienes de consumo, obliga igualmente a la industria a estar en permanente "innovación" y "progreso técnico".

Estos nuevos hechos que dominan la actual situación proporcionan un relieve sin precedentes a los factores mismos que condicionan el progreso técnico y constituyen la base de la importancia que se da a la investigación científica en los grandes países modernos. La investigación científica y técnica aparece en lo sucesivo como el medio más seguro de expansión del progreso económico.

Es un factor de la expansión, puesto que su razón de ser es el mejoramiento permanente del estado de cosas existente, entendiéndose comprendidas las que sostienen la vida económica.

En fin, la investigación científica es factor del desarrollo industrial por exigencia misma de los medios que ella utiliza y de los problemas que la industria le plantea.

Se ha señalado antes que la ampliación de los conocimientos que la investigación científica provoca, ha ge-

nerado siempre bienestar y desarrollo industrial. No obstante, es conveniente señalar que la expansión de la economía por la investigación científica es considerablemente más visible en la actualidad, puesto que los plazos de aplicación han ido en disminución incesante.

Si entre la aparición de los conocimientos sobre electricidad y la primera dinamo transcurrieron tres cuartos de siglo, apenas se han necesitado seis años, después de los trabajos de Branly, para dar la partida a una industria y han bastado pocos años para aplicar los principios del descubrimiento sobre la vibración de un cristal para hacer aparecer los transistores y sus aplicaciones en la vida cotidiana.

Otro medio más reciente de que dispone la investigación científica para interferir en la economía, puede ilustrarse, por ejemplo, con la aplicación de las teorías nucleares y la investigación de nuevas formas de energía. Ello ha dado lugar a una multiplicidad de patentes y de mejoramientos sensibles a toda la industria que ha participado en la construcción de equipos, cuyo grado de precisión ha originado múltiples problemas a numerosas actividades industriales. Muchas industrias nuevas han nacido de las exigencias mismas de estas necesidades.

La investigación espacial y el considerable presupuesto que le han consagrado las grandes potencias tiende, desde hace poco, a dar un nuevo impulso a la economía de esos países.

El éxito de tales experiencias origina en efecto numerosos problemas de fuentes de energía y de materias primas, requiere progresos sensibles en electrónica y medios de cálculos más rápidos, sin mencionar los problemas de transmisiones y de reducción de los equipos.

La importancia de los gastos y de los medios puestos en acción por los Estados Unidos en estas actividades, tendrá como efecto exigir a toda su industria un esfuerzo de ingenio y de equipamiento, cuyo interés no dejará de repercutir en el conjunto de la producción norteamericana.

Es decir, un esfuerzo masivo de investigación, conjugado con un programa nuevo que rebase el cuadro habitual de las técnicas y de los programas industriales tradicionales, puede provocar un salto adelante de toda la industria de un país y colocar a éste en una posición favorable, comercialmente hablando, frente a los concurrentes que no hagan esfuerzos semejantes.

Tal es la trama del interés vital que representa la investigación científica en la economía de un gran país moderno, interés por otra parte que no cesa, desde hace poco, de retener la atención de todos los gobiernos.