

## Tendencias actuales de la investigación científica

Pr. PIERRE AUGER

*Ex director del Departamento de Ciencias  
Exactas y Naturales de la Unesco*

«La actividad de la investigación científica, que en la sociedad del siglo XIX representaba un papel secundario, ha adquirido en el siglo XX una importancia tal que no sería posible describir la actual sociedad sin darle el lugar que le corresponde.» Con esas palabras comienza el informe preparado por el ex director del Departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la Unesco, el profesor Pierre Auger, en respuesta a un acuerdo adoptado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en noviembre de 1958.

Al explicar el volumen y la rapidez de ese crecimiento, el autor hace referencia a las cifras de revistas científicas publicadas, que en 1800 apenas si llegaban a un centenar, en 1850 llegan a un millar, a diez mil el año 1900 y a cien mil en 1960. A ese ritmo constante llegarán seguramente a un millón a comienzos del siglo próximo. El número de investigadores no se hallará hoy lejos de los dos millones en el mundo entero, y de ahí la necesidad de constantes intercambios y de encontrar procedimientos para que no se repitan esfuerzos inútiles y para que todos los sabios estén al corriente de los progresos realizados con la rapidez que las circunstancias exigen.

Para reunir los datos relativos al inmenso campo de las ciencias, la industria, los transportes y las telecomunicaciones, Auger ha consultado a veintinueve organizaciones intergubernamentales, sesenta y seis organizaciones no gubernamentales, centros nacionales de investigación de cuarenta y dos países y con doscientas cincuenta y cinco personalidades del mundo científico.

Cada diez años se duplica el poderío de la investigación y de la ciencia, y para dar idea de lo que ello representa cabe decir que «el 90 por 100 de los sabios y de los investigadores científicos, reconocidos en la historia de ese inmenso desarrollo, viven y trabajan en nuestros días». Los problemas que se plantean a los hombres son de diversos órdenes: unos, prácticos, correspondientes al deseo de hacer mejor, más rápido y más económico; otros son intelectuales, para encontrar la explicación al mundo que nos rodea.

A este segundo tipo de trabajos pertenece la astronomía, que ha jugado un papel esencial en el desarrollo de la investigación científica intelectual, debido a que los fenómenos a observar son extraordinarios y a que las leyes matemáticas de referencia son simples. Progresivamente ha surgido una tercera categoría de problemas, los resultantes de la tentativa de utilizar los conocimientos intelectuales adquiridos en la investi-

gación «desinteresada» para la producción de objetos nuevos y el mejoramiento de la técnica. Desde la más remota antigüedad este tipo de cuestiones ha ocupado la paciencia, el trabajo y el genio de generaciones innumerables de investigadores.

### VISION PANORAMICA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA

El informe del profesor Pierre Auger es una visión panorámica de los acontecimientos que se desarrollan en un dominio impresionante de la actividad humana. Al examinar las grandes corrientes de la investigación, el autor señala que hace unos cien años los descubrimientos de la física y de la química, llamadas ciencias puras, se hallaban muy próximos a ser aplicados de manera concreta. Los fenómenos en los que se interesan los físicos y químicos, en sus estudios fundamentales, no permiten ver de manera simple y directa su relación con los resultados concretos.

Nadie sabe hasta qué punto el descubrimiento de una partícula elemental puede tener una influencia en la productividad y en el mejoramiento de los precios de venta.

Interesa señalar asimismo las posibilidades de los actuales laboratorios para extender la investigación a las regiones del espacio, pues es posible provocar altas y bajas temperaturas, presiones altas y bajas, campos eléctricos y magnéticos, lograr la detección de fenómenos por medio de fotomultiplicadores y otros elementos; obtener en el campo de la química cuerpos cada vez más puros, separar isótopos, mejorar la precisión de las medidas; registrar gracias a las máquinas automáticas los últimos errores en la industria química, en los transportes y en las telecomunicaciones; explorar y describir el universo y comprender mejor las leyes de la naturaleza, con gran beneficio para la medicina, la agricultura y la industria.

Los progresos actuales en la automatización, en las transformaciones de la energía, en los análisis de la estructura de la materia, en los transportes, en las comunicaciones, han llevado a trabajos en los que intervienen al mismo tiempo numerosas disciplinas y han dado mayor relieve a la importancia de las matemáticas, ciencias que han podido preparar por adelantado teorías puramente lógicas que contenían los instrumentos del pensamiento capaces de llegar a las formalizaciones necesarias. El ejemplo más brillante es el del cálculo tensorial, que parecería haber sido

inventado especialmente para Einstein y para que tuviera aplicación en la teoría de la relatividad general.

Otro desarrollo extraordinario es el de la biología, singularmente la biología humana, que cada vez interviene más en los distintos grados de la investigación pura y aplicada.

#### INVESTIGACION Y FINES PACIFICOS

La presentación de las tendencias principales de la investigación científica y la aplicación de los conocimientos a fines pacíficos está dividida en seis capítulos: las ciencias fundamentales, las ciencias de la Tierra y el espacio, las ciencias médicas, las ciencias de la alimentación y de la agricultura, la investigación sobre combustibles y la energía y la investigación industrial. Cada capítulo lleva una serie de rúbricas cuya sola enumeración representa varias páginas de texto; baste indicar que todas las cuestiones de la vida moderna están incluidas en el trabajo del profesor Auger. Entre las conclusiones que establece se subraya sobre todo la necesidad de la cooperación científica internacional y se recomienda la creación de centros plurinacionales de física de las altas energías, al igual que la Organización Europea de Investigación Nuclear, creada bajo los auspicios de la Unesco, y que gracias al esfuerzo mancomunado de varios países cuenta con el acelerador de partículas más potente del mundo.

Otros aspectos se refieren a la necesidad de informaciones que ahorren esfuerzos e impidan la duplicación de trabajos, pues se da el caso de que varios países al mismo tiempo consagran recursos y esfuerzos considerables para trabajos similares. Las relaciones epistolares que bastaron a nuestros predecesores hoy son insuficientes, y desde hace tiempo han dado lugar a publicaciones, libros y revistas, que muchas veces pierden gran parte de su valor al no circular con la rapidez y eficacia suficientes.

Otros temas de carácter internacional son los relativos a los efectos de las pequeñas dosis de radiaciones, a los terremotos provocados por explosiones y la interpretación de sus resultados, la creación de un observatorio astronómico en las latitudes medias del hemisferio austral, el estudio de los métodos para provocar la lluvia artificial, el examen de las condiciones de los pueblos que no disfrutaban de la civilización moderna a fin de observar la incidencia del cáncer entre unos y otros países, las medidas para proteger los ríos y las aguas de la contaminación, el perfeccionamiento de los métodos tradicionales de abono y fertilización del suelo, la coordinación de estudios sobre producción de combustibles nucleares baratos, los problemas de acumulación y almacenamiento de la energía, sobre todo la eólica y la solar, etc.

#### FORMACION DE INVESTIGADORES

En el capítulo de las generalidades, Auger señala las dos tendencias actuales en la formación de los futuros investigadores. Una de ellas tiende a la especialización precoz para que el principiante pueda rendir servicios efectivos lo antes posible. La división de las distintas disciplinas conduce así a una parcelación cada vez más detallada en escuelas y universidades. La tendencia inversa persigue una formación general que va más allá incluso de los estudios universitarios,

y los jóvenes que reciben esta formación no pueden quizá rendir servicios inmediatos, pero están capacitados para orientarse en actividades diversas y para pasar de una a otra si la necesidad lo aconsejara. No se trata de oponer ambas tendencias, la una a la otra, de manera exclusiva, pues son complementarias, y los centros de investigación precisarán más y más de jóvenes especializados y de investigadores capaces de realizar un esfuerzo de síntesis.

#### FINANCIACION DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA

Por otro lado, la ciencia y la investigación son cada vez más caras; por ello hay que mirar mucho los métodos y procedimientos de trabajo, conseguir la mayor utilidad de aparatos costosísimos, sobre todo en el campo de la física, y, en fin, realizar las investigaciones con un espíritu de gran libertad, atemperada sólo por la consideración de los medios disponibles. Tampoco es posible separar por más tiempo las ciencias puras de las aplicadas, pues, aunque sus relaciones no sean evidentes siempre, no cabe ningún progreso sin el adelanto creciente de las primeras. La investigación básica (pura y orientada) no puede ser prevista de manera económica, sino como parte integrante de conjuntos que comprendan la investigación aplicada y la puesta a punto de nuevas técnicas aplicables a la industria.

#### CONCLUSIONES SOBRE LAS TENDENCIAS ACTUALES DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA

En centenares de páginas se da una noción exacta de los principales problemas con que se enfrentan los sabios, los técnicos industriales y los investigadores para conocer mejor la naturaleza, utilizar sus recursos y mejorar las condiciones de vida de los hombres. «En el libro—dice el autor—hay consideraciones generales sobre la manera cómo se desarrolla la ciencia, y por orden de materias se clasifican sus principales facetas en ciencias fundamentales y aplicadas.»

En las ciencias aplicadas la medicina, la agricultura, los transportes, la industria ofrecen un campo apasionante a la vocación de los jóvenes. Pero hay dominios en los que la ciencia se especializa de manera inconcebible hace unos años y son los que se refieren al conocimiento del medio que nos rodea, en especial la presión, la altura, el frío, el calor y la exactitud. La exactitud y la pureza de los materiales han adelantado con arreglo a cifras incomprensibles para el profano, y se calculan en diez milésimas de millonésima.

Según el profesor Auger, la pureza de los materiales ha alterado totalmente la actitud del hombre de ciencia. La técnica se desarrolló al construir Fermi su primera pila atómica de grafito, pues se requería una pureza del grafito del orden de una millonésima en varios metros cúbicos de materiales. La exactitud actual es comparable a encontrar un grano de café imperfecto entre 500 toneladas de café seleccionado.

Por otro lado, no se sabe la importancia que puede tener en la aplicación industrial el descubrimiento de una nueva partícula nuclear, y al mismo tiempo el período de aplicación de los descubrimientos a la producción industrial se ha reducido notablemente. La máquina de vapor necesitó más de cuarenta años para realizarse, una vez descubiertas sus leyes; el aparato receptor de semiconductores o transistores ha venido al mercado a los cinco meses de haberse ideado.

Además, las ciencias matemáticas y la biología han ampliado su campo de manera considerable. Al estudiar la física nuclear tenemos que conocer las posibilidades del hombre, y no hay ninguna ciencia que pueda prescindir de los aspectos humanos, sean biológicos o sociológicos. En 1900 los grandes inventores podían abarcar de un solo golpe de vista la importancia de cualquier descubrimiento. Hoy es necesario contar con equipos especializados de biólogos, mecánicos, matemáticos, ingenieros. Se precisan no menos de veinticinco especialistas para leer simplemente los artículos que se publican diariamente en el ramo de la química pura, y eso hace que hayamos de pensar en una redacción nueva de los trabajos en forma de clave, con arreglo a fórmulas fuera del alcance del profano y sirviéndose de máquinas automáticas.

#### EL HOMBRE Y LA NATURALEZA

El hombre puede intervenir de manera poderosa en la naturaleza, destruir o desarrollar una especie, romper equilibrios biológicos; pero esta acción es grave y ha de considerarse frente al porvenir. Es necesario que la exploración se haga de manera lógica; en el momento en que pensamos llegar a la Luna, resulta absolutamente incomprensible que un país pueda dejar inexplorado su subsuelo y que se halle en la incapacidad de proporcionar información a sus vecinos sobre los recursos que se encierran en el territorio de su autoridad. Si no puede realizar por cuenta propia ese estudio debe solicitar la ayuda de las Naciones Unidas. Después vendrá la explotación de esos recursos, pero sin alterar el equilibrio existente, no sea que lleguemos a una situación irreversible y no nos quede sino lamentar lo hecho.

No es posible lanzar satélites sin cuento ni recargar cada vez más el espectro de la radio, pues nos quedan

sólo esas dos ventanas para poder conocer el firmamento y salir un día de la prisión del planeta. Tampoco puede el hombre desentenderse de los problemas de la contaminación de las aguas y de la atmósfera por las radiaciones atómicas.

Todo ello lleva al profesor Auger a la conclusión de que los gobiernos no pueden prescindir de una política propia de carácter científico. «En la obra que presento hay algunos elementos y recomendaciones destinados a resolver las actuales dificultades. En el campo internacional, y para que pueda conocerse lo que se hace, habría que multiplicar los contactos, dar carácter internacional a la labor del Smithsonian Society de los Estados Unidos o llegar a una fórmula semejante.»

Habrán quienes prefieran guardar sus secretos, y ese deseo habrá de respetarse. «Pero muchos sabios desean dar a conocer sus investigaciones. Para que pueda tenerse una idea del porvenir científico baste mencionar el caso de la estructura celular, que ahora comenzamos apenas a entrever gracias al microscopio electrónico.» Ahora vemos su extraordinaria y maravillosa organización, y nos queda mucho por aprender sobre el funcionamiento del cerebro y las enfermedades cardiovasculares y el cáncer.

En definitiva apenas hemos penetrado unos pocos miles de metros en la corteza terrestre y tenemos que descubrir la utilización de la energía solar, que dentro de unos cientos de años será la gran fuente de energía, cuando se hayan agotado los recursos mineros.

En su conferencia, pronunciada en la Casa de la Unesco ante los representantes del periodismo internacional, el profesor Auger aseguró que para establecer su estudio había consultado con centenares de centros y laboratorios, de organizaciones científicas gubernamentales y no gubernamentales, con centenares de sabios dedicados a toda clase de disciplinas.