

Problemática de la investigación científica en los países en desarrollo

por P.B. Vose y A. Cervellini*

Desde la Segunda Guerra Mundial, se viene cumpliendo una intensa actividad —al amparo de muchos programas nacionales, bilaterales o patrocinados por organismos de las Naciones Unidas, etc.— en lo tocante a la capacitación y al fomento de la capacidad de investigación (particularmente de la investigación agronómica) en la mayoría de los países en desarrollo. Si bien hay veces en que tanto los gobiernos como las personas reaccionan con pesimismo ante lo difícil que resulta influir gran cosa en los problemas, no hay que perder de vista que se han alcanzado éxitos nada despreciables. El acervo de científicos capacitados con que cuentan los países en desarrollo es incomparablemente mayor que hace veinticinco años.

Es evidente, empero, que media un abismo entre lo deseable y lo logrado, y que la cuestión estriba en determinar lo que cabe hacer para salvar ese desnivel.

Recursos humanos

El problema planteado es, en general, un problema de disponibilidad y de asignación de recursos, complicado además por el hecho de que en los países en desarrollo, la base de personas preparadas es mucho menor que la que suele encontrarse en los países desarrollados. Elevar la proporción de personas instruidas es tarea prolija, que requerirá un par de generaciones o más. Por consiguiente, es necesario utilizar lo mejor posible el personal científico del que se dispone en plazo corto. Hoy en día, como en la mayoría de los países se cuenta con mejores medios que antes, lo más conveniente en orden a la capacitación de pregraduados es efectuarla en el país, pues la formación en un país desarrollado puede ser causa de problemas de reasimilación al regresar al país de origen.

A nivel de graduados, muchos países no disponen de programas adecuados de capacitación e investigación, y la formación en el extranjero resulta esencial. Y aun en el caso de que existan centros docentes para graduados, la experiencia de mayor amplitud que se adquiere estudiando durante algún tiempo en otro país es casi un requisito de rigor para todo científico, ya sea de un país en desarrollo o de un país desarrollado. A este respecto, es notable la miopía con que a veces actúan

algunos gobiernos, que pagan enormes sumas de dinero para que sus nacionales cursen estudios superiores en el extranjero y luego, cuando el personal así formado regresa a su país, no le facilitan medios apropiados ni empleos adecuadamente remunerados. Esta falta de reconocimiento social adecuado —reflejada en los sueldos relativamente bajos y en la insuficiencia de las perspectivas de carrera— es una rémora de primer orden que frena el progreso científico en muchos países en desarrollo y en algunos desarrollados.

El fenómeno de los graduados que procuran quedarse en el país extranjero en que se capacitan es bien conocido en todos los países desarrollados. La única solución a largo plazo estriba en mejorar su consideración social y los medios disponibles en sus países de origen. Probablemente, una buena norma general podría ser la de no enviar al extranjero, para ampliar estudios a nivel de graduados, sino a los científicos que ya tuviesen empleo y estuviesen firmemente vinculados a una institución y a una carrera en su país, con lo que se lograría elevar la proporción de los que se reinsertan en el país de origen y se podría tal vez lograr que sus estudios estuviesen más en consonancia con las necesidades nacionales.

Prioridades y financiación

Los científicos deberían percatarse de la responsabilidad que les incumbe, al menos en parte, de obtener el apoyo de los poderes públicos en general y la asignación de recursos financieros concretos. No pueden pretender que ese apoyo les llegue automáticamente, cual si fuera un derecho adquirido. Como, en su mayoría, los ministros y altos funcionarios no son hombres de ciencia, es necesario que los científicos tomen la iniciativa de explicarles la importancia de su labor y lo que con ella esperan lograr, a fin de ir creando así un ambiente de apoyo a la investigación. Estas consideraciones, que se aplican también a los científicos de los países desarrollados, revisten especial importancia en el caso de los países en desarrollo.

Obtenido ese apoyo, se ha de trabajar con el firme propósito de lograr resultados visibles que justifiquen la concesión de los fondos recibidos. Precisamente, el motivo de que los gobiernos de muchos países en desarrollo no apoyen con mayor entusiasmo la investigación científica es que consideran que la investigación es un tonel sin fondo que se traga el dinero que le echen sin dar a cambio nada de evidente valor.

Es inevitable —y, probablemente, conveniente— que la mayor parte de la labor de investigación que se efectúa en los países en desarrollo está orientada hacia la aplica-

* El Sr. Vose es Director del Proyecto OIEA/PNUD en el Centro de Energía Nuclear na Agricultura (CENA), Piracicaba, São Paulo (Brasil). El Sr. Cervellini, ex-Director del CENA, es asesor de la Comissão Nacional de Energia Nuclear, Río de Janeiro (Brasil). El presente artículo se reproduce de la compilación de *Papers Dedicated to Professor Johannes Moustgaard* publicada por la Royal Danish Agricultural Society, Copenhagen (Dinamarca) 1981.

ción o se proponga una misión determinada. En realidad, la investigación aplicada no ha de ser forzosamente restrictiva, pues incluso en el marco de programas con objetivos últimos de índole práctica queda siempre margen para enfoques originales y básicos. Los programas así orientados tienen más probabilidades de recibir de los poderes públicos mayores recursos financieros que los programas no vinculados a necesidades prácticas. Quizá los puristas se escandalicen ante la idea de encauzar la investigación científica hacia la satisfacción de determinadas necesidades nacionales, pero la realidad se impone. Cuando tantos sectores se disputan los recursos, no cabe apoyar programas que no puedan coadyuvar, a la larga, al desarrollo del país.

Ocurre a veces —particularmente en el campo de la ciencia pura— que las prioridades de la investigación dependen de la disponibilidad de personal. En muchos países en desarrollo no hay un amplio espectro de competencia pareja en todas las ramas de la ciencia, pero en ciertas esferas puede haber personas y grupos de excepcional competencia y nivel internacional. En tales casos, la política de los poderes públicos debe ser la de apoyar a tales personas o grupos, ya que son el catalizador, el núcleo en torno al cual fomentar otras actividades. Y, además, proyectan al exterior el prestigio científico del país.

Desde luego, a la larga se necesitarán más fondos; son poquísimos los países en desarrollo en que la cuantía del apoyo prestado a sus científicos alcanza el nivel necesario para que los programas nacionales de investigación sean autónomos y tengan cierto valor desde el punto de vista mundial. Es probable que, en la actualidad, los gastos de investigación científica de la totalidad de los países en desarrollo no pasen de los 2000 millones de dólares. Vista en el conjunto, esta cifra supone una proporción pequeñísima de los gastos totales, especialmente si se tiene en cuenta que esa investigación es la base de todos los progresos de la agronomía y la tecnología, objetivos gemelos de la mayoría de los países en desarrollo. A plazo medio, habría que pensar en quintuplicar, por lo menos, esos gastos.

Considerando los aspectos internacionales, es evidente que la “ciencia de gran porte” se está encareciendo con exceso para muchos países desarrollados, que buscan la solución a este problema en la financiación conjunta de los laboratorios y proyectos correspondientes. Por ejemplo, en Europa Occidental, diversos países se han unido para impulsar las investigaciones avanzadas de física nuclear mediante la Organización Europea de Investigaciones Nucleares (CERN); realizar trabajos de biología molecular mediante el Laboratorio Europeo de Biología Molecular (LEBM); y efectuar investigaciones sobre fusión nuclear mediante el proyecto europeo conjunto de Culham. Análogas iniciativas de cooperación regional para la investigación habrán de adoptar seguramente los países en desarrollo, siguiendo ese ejemplo, aunque no hay que subestimar las dificultades que pueden surgir por cuestiones de financiación o por rivalidades intrarregionales.

El Organismo Internacional de Energía Atómica ha mostrado la posibilidad de la cooperación regional entre países del Asia meridional y el Pacífico mediante el Acuerdo de Cooperación Regional para la investigación,

el desarrollo y la capacitación en materia de ciencias y tecnología nucleares (ACR) [1]. Aunque de momento, los fondos internacionales involucrados son de poca monta, y los objetivos de desarrollo son diversos, lo importante es el establecimiento del principio de la cooperación con fines científicos y tecnológicos, y la creación de un instrumento con el que construir la cooperación científica del futuro.

Instalaciones y servicios

Las investigaciones científicas no son baratas en los tiempos que corren. Hubo una época en que la partida más costosa en un programa de investigación era el sueldo del investigador, pero hoy día el costo del equipo y su mantenimiento son factores que no dejan de aumentar. Por otra parte, la ciencia ya no está dividida en compartimientos independientes, sino que cada rama guarda relación con otras varias disciplinas. Asimismo, hoy día las investigaciones biológicas y agronómicas dependen más de los métodos físicos de análisis, de las técnicas isotópicas y de radiación, etc.; y una central moderna de investigaciones requiere toda una gama de equipo de alta tecnología.

Probablemente, muchos países en desarrollo hubieran podido avanzar más en sus investigaciones científicas si hubieran concentrado su esfuerzo. Los países industrializados y ricos pueden permitirse el lujo de mantener muchos institutos y centros de investigación, pero la situación de los países en desarrollo es bien diferente.

La demanda de recursos excede en mucho a los fondos disponibles, y la centralización del equipo no solo es deseable sino que en ciertas esferas de actividad se ha hecho virtualmente necesaria. Basta tener presente el coste de algunos elementos de equipo. El precio actual de un escintilómetro líquido automático pasa de los 40 000 dólares EE.UU., el espectrómetro de masas más económico y elemental que se puede adquirir para estudios con nitrógeno-15 cuesta 100 000 dólares, y los modelos más adaptables no bajan de los 200 000 dólares. Un espectrómetro de emisión para nitrógeno-15 vale 35 000 dólares. Estos precios no incluyen los posibles derechos de importación. También son sumamente costosos los microscopios electrónicos, los espectrógrafos de plasma, las fuentes de radiación y docenas de otros elementos de equipo indispensable.

La rapidez con que el equipo científico se queda anticuado es particularmente marcada en la hora actual, a causa de la adopción del control por microprocesador en tantos instrumentos, y la consiguiente introducción de muchos modelos nuevos. La vida útil de los instrumentos es de poco más de 5 años, ya que es frecuente que no se encuentren piezas de recambio; se podría sospechar que se trata de “obsolescencia deliberada”. Este fenómeno, que para los laboratorios de los países desarrollados puede ser enojoso, es un golpe poco menos que mortal para los laboratorios de los países en desarrollo, que encuentran grandes dificultades en materia de fondos y de importación.

Por consiguiente, para muchos países es indispensable concentrar los servicios, instalaciones y equipo especializados en unos pocos lugares en los que esos elementos se puedan utilizar y mantener con la máxima eficiencia.

El mantenimiento es problema grave, y con frecuencia se da el caso de laboratorios de países en desarrollo que tienen mucho equipo retirado del servicio porque no hay quien pueda hacer reparaciones, ni siquiera las de poca monta. En cambio, los grandes centros de investigaciones pueden ser mucho más eficaces, dado que, por su importancia, disponen de sus propios talleres mecánicos e instalaciones de reparación. Algunos de los elementos de equipo, como los espectrómetros de masas no son realmente independientes, sino que requieren talleres de soplado de vidrio y servicios de reparación, aire líquido, etc.

Muy pocos países se han percatado de la importancia de disponer de una unidad central potente y bien equipada y han evitado la dispersión de esfuerzos entre demasiados institutos. El concepto de un "parque científico" en el que concentrar instalaciones merece detenida consideración. Dada la importancia que viene cobrando la física para la solución de los problemas biológicos, esas instalaciones serán más necesarias cada vez, ya que el costo y la complejidad del equipo aumentan sin cesar.

En pequeña escala, el CENA* constituye un ejemplo de aplicación de este concepto [2]. En un recinto conveniente y pequeño se ha reunido equipo especializado para la realización de investigaciones agronómicas y biológicas avanzadas: una fuente de radiación de 30 000 Ci, tres espectrómetros de masas, un microscopio electrónico, una ultracentrifugadora, y equipo para la medición de radisótopos y de radiaciones. Las instalaciones para trabajos sobre microbiología del suelo y fijación del nitrógeno son buenas, pues se dispone del equipo normal de microbiología y de una instrumentación de cromatografía gaseosa muy refinada. Para la bioquímica se cuenta con medios y conocimientos especializados en cuanto al cultivo de tejidos vegetales y a los análisis de aminoácidos y de proteínas. Hay un grupo con experiencia en la microscopía electrónica, otro que trabaja en la física del suelo vegetal, y un laboratorio analítico dotado de equipo de autoanálisis, dos espectrómetros de absorción atómica y un espectrógrafo de plasma que puede efectuar la determinación cuantitativa de 19 elementos simultáneamente. Naturalmente, se dispone también de un taller mecánico.

Ahora bien, aunque no era eso lo que se pretendía al principio, esa concentración de equipo y de conocimientos especializados ha llevado al CENA a participar en programas cooperativos de ámbito nacional. Ocurre, por ejemplo, que la mayoría de las personas que se capacitan en el CENA no disponen de instalaciones nucleares en los institutos en que trabajan y, por consiguiente, es frecuente que emprendan trabajos conjuntos. En la actualidad, el CENA tiene contactos, en 16 de los Estados brasileños, con 51 universidades brasileñas, así como con otros 25 centros o institutos de investigación individuales [3]. El Brasil es un país extenso, con una infraestructura científica relativamente bien desarrollada, pero la experiencia del CENA indica claramente que a muchos países de menor extensión les convendría concentrar el equipo, que es costoso, y los conocimientos especializados, cuya importancia es decisiva.

Además, tales centros podrían disponer de bibliotecas mejores y más completas. A pesar del desarrollo

de sistemas de documentación tales como el AGRIS para las ciencias agronómicas y el INIS para las nucleares, la obtención de literatura reciente sigue siendo un problema grave en muchos países en desarrollo.

Comunicación

Mantenerse al tanto de las principales novedades y corrientes de ideas es uno de los problemas más importantes que enfrentan los científicos en la mayoría de los países en desarrollo, si se aspira a alcanzar un elevado nivel científico. Se plantea, en efecto, particularmente, al sur del Ecuador, un problema geográfico y de comunicación en relación con los centros científicos acreditados del hemisferio norte. Así pues, es muy importante mantener frecuentes contactos, que son un estímulo intelectual y permiten estar al día; para tal fin, se ha comprobado que las visitas científicas breves o los viajes de estudios dan resultados excelentes.

Tales viajes proporcionan la oportunidad de asistir a reuniones internacionales, renovar contactos, observar la evolución registrada en otros lugares y verificar la pertinencia y la calidad del trabajo propio en comparación con algún trabajo ajeno de reconocida calidad realizado en otros países. A menudo se obtiene así nueva información y nuevas ideas con vistas a ulteriores investigaciones o a la mejora de la organización y de las instalaciones y servicios.

Aunque las visitas cortas son valiosísimas para mantener contactos y seguir al día, las becas de mayor duración (a cualquier nivel) son la base de la adquisición de nuevas aptitudes profesionales y de una experiencia más amplia. El efecto acumulativo de un programa amplio y continuado de becas puede ser muy grande. Es indudable, por ejemplo, que el programa de becas internacionales ha cumplido una función de considerable importancia para el desarrollo del conocimiento especializado del CENA que le ha llevado a acreditarse en el contexto internacional, pues son unos quince los países con los que tiene contactos, establecidos directamente o en el marco de programas del OIEA y de otras organizaciones.

Los programas de becas internacionales reciben apoyo de fuentes nacionales bilaterales, de la fundación Rockefeller o de organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, tales como el Organismo Internacional de Energía Atómica, la Organización para la Agricultura y la Alimentación o el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Básicamente, lo que importa no es la fuente de fondos, sino que se reconozca que la concesión de becas constituye una de las formas más importantes, a pesar de ser la más barata, de elevar el nivel de la investigación en cualquier país, y especialmente en los países en desarrollo.

También las visitas de científicos de países desarrollados pueden proporcionar valiosos contactos. Más concretamente, los visitantes pueden transferir conocimientos, prestar asesoramiento experto e inspirar nuevos trabajos. A veces, los directores de institutos de países desarrollados se muestran reacios a facilitar los servicios de su personal para misiones en el exterior, porque consideran que ello redundaría en detrimento de sus propios programas nacionales de investigación, pero ese criterio es más bien miope, ya que a la mayoría de los científicos que

* Centro de Energía Nuclear en Agricultura.

cumplen misiones en el extranjero, y particularmente los que actúan en las esferas de la biología y la agronomía, esa experiencia los enriquece, les inspira nuevas ideas y les hace juzgar su propio trabajo con renovada objetividad.

Asimismo, los programas coordinados de investigación por contrata —modalidad en la que dio ejemplo la División Mixta FAO/OIEA— han proporcionado valiosos medios de contacto en muchas de las esferas de la investigación agronómica. En estos programas se han combinado, entremezclándolos, contratistas de países en desarrollo y titulares de acuerdos de investigación, a título gratuito, de laboratorios desarrollados, todos los cuales actuaban en una esfera concreta de investigación. No solo es que los participantes han logrado, actuando colectivamente, más de lo que habrían obtenido por separado, sino que las reuniones anuales de planificación han resultado valiosísimas como medio de efectuar exámenes panorámicos y de intercambiar críticas constructivas entre homólogos, así como para entablar y conservar contactos. La cantidad de dinero requerida ha sido relativamente muy pequeña; y se trata de una forma muy rentable de combinar los trabajos de grupos constituidos por unos veinte hombres de ciencia. Sería conveniente ampliar el ámbito en que se aplica este procedimiento.

Una institución de gran utilidad para los físicos teóricos de los países en desarrollo es el Centro Internacional de Física Teórica de Trieste, que patrocinan el OIEA y la UNESCO. El Centro celebra al año muchos seminarios y cursos de distintos tipos; y, por término medio, son más de mil al año los científicos que asisten al Centro [4]. A los biólogos les sería también muy útil contar con un centro internacional de ciencias biológicas, pues, si bien es cierto que se celebran múltiples reuniones especializadas y cursos de capacitación, no lo es menos que no existe ningún centro internacional importante en el que haya una continuidad en la programación de los cursos y que cuente con laboratorio, biblioteca y medios de estudio concebidos principalmente con la idea de fomentar la investigación biológica avanzada en los países en desarrollo.

El problema de las importaciones

En la mayoría de los países en desarrollo, las dificultades y el coste de la importación de equipo científico y de piezas de repuesto constituyen el principal factor limitativo de la investigación científica, aunque casi nunca lo reconozcan los gobiernos. Obtener autorización para disponer de las divisas necesarias puede ocasionar grandes dificultades y consumir mucho tiempo. Casi todos los países en desarrollo tienen problemas de balanza de pagos, especialmente desde que se produjo el gran aumento del precio del petróleo, y los motivos fundamentales que tienen los poderes públicos para controlar rigurosamente las divisas son perfectamente comprensibles: tratan de reducir las importaciones y de fomentar la fabricación nacional.

Lo cierto es que hay muy pocos países en desarrollo que pueden estar, en el futuro previsible, en condiciones, técnicas o económicas, de producir equipo científico de alta tecnología. En todo caso, el intento de producir equipo especializado —cuyo desarrollo es costoso—

representa una desviación del esfuerzo nacional, pues se detraen recursos que tendrían mejor aplicación en otras esferas. También los productos químicos —especialmente, los bioquímicos— y los radisótopos son artículos que solo pueden obtenerse de un limitado número de países y cuya importación es de vital trascendencia.

En la mayoría de los casos, la respuesta lógica a los problemas de la importación de elementos científicos ha de consistir en que las autoridades eximan a estos elementos de las restricciones a la importación y del pago de derechos aduaneros, y que faciliten las divisas necesarias. En la mayoría de los casos, las divisas que supondría la concesión de la exención total de las restricciones de importación para las de equipos y suministros científicos serían una proporción exigua del costo total de las importaciones del país. Y, sin embargo, esos elementos podrían ser de la máxima trascendencia para impulsar la aplicación de la ciencia y la tecnología a los fines del desarrollo.

Conclusiones

Algunos de los problemas que enfrentan los países en desarrollo en cuanto a la investigación científica —como el de incrementar el acervo de personal capacitado, el de arbitrar más recursos, y el de reforzar toda la infraestructura nacional— solo pueden resolverse con el tiempo. Y, si bien no cabe eludir, a la larga, la necesidad de gastar dinero, hay algunos aspectos en que, gastando relativamente poco, se pueden obtener resultados con relativa rapidez; entre esos aspectos cabe señalar la mejora de la consideración social de los científicos; la elección de proyectos racionales y útiles; la eliminación de la burocracia innecesaria; y la facilitación de las importaciones de material científico.

De la misma manera, la estimulación especial de los grupos de investigación eficaces ya existentes y la centralización de instalaciones y servicios son a menudo más bien una cuestión de planificación sensata que un asunto que requiera grandes gastos adicionales.

Aparte del apoyo financiero directo a proyectos concretos, continuará habiendo necesidad de asistencia internacional consistente en la concesión de becas, las visitas de científicos y la provisión de medios de estudio en centros acreditados. En lo futuro, muchos países en desarrollo quizá necesiten elaborar proyectos de cooperación regional, si desean participar en esferas de la investigación avanzada más costosas.

Referencias

- [1] A. Cervellini y P.B. Vose *Desarrollo y labor del Centro de Energía Nuclear en Agricultura, Piracicaba*, Bol. del OIEA, Vol. 18, Suplemento, pág. 33 (1977).
- [2] A. Cervellini y P.B. Vose *The acceptance and integration of nuclear techniques in agricultural research and development: the CENA experience*. Energ. Nucl. Agric. Piracicaba Vol. 2, Núm. 2, pág. 78 (1980).
- [3] E.E. Fowler *Importancia económica y social de los proyectos de cooperación regional en el marco del ACR*, Bol. OIEA, Vol. 21, Núm. 5, pág. 40 (1979).
- [4] A. Hamende *Centro Internacional de Física Teórica: la física y los países en desarrollo* Bol. OIEA, Vol. 21, Núm. 2/3, pág. 70 (1979).