

## INVESTIGACION FUNDAMENTAL EN PAISES EN VIAS DE DESARROLLO

por el prof. MICHAEL J. MORAVCSIK

La idea de que la investigación básica en los países menos desarrollados del mundo no es apropiada ni deseable, es combatida por el autor, un físico teórico del Laboratorio Lawrence de Radiación, de la Universidad de California, en Livermore, quien pasó el último año académico en el Centro de Energía Atómica de Pakistán, en Lahore, como profesor visitante de la Organización Internacional de Energía Atómica.

(Traducción completa del artículo de la revista "Physics Today", Vol. 17, Nº 1).

Si el lector percibe un cierto tono evangélico a través de estas páginas, habrá comprendido exactamente la intención del autor.

He tenido últimamente una experiencia muy estimulante, de la cual he obtenido cierto esclarecimiento, y ahora espero encontrar conversos que deseen compartir, tanto la experiencia como el esclarecimiento. La inspiración para este sermón proviene de haber servido durante un año (en uso de un permiso de mi lugar de trabajo) como experto técnico de la Organización Internacional de Energía Atómica en Lahore, Pakistán, para ayudar en su programa de educación avanzada y cooperar en el esfuerzo de iniciar investigación fundamental en Física en dicho centro.

¿Cuál es la importancia de escribir sobre esto? En estos días y época la ayuda técnica es un fenómeno que se ha generalizado. Personas con calificaciones especiales en las ciencias aplicadas van, en gran número, a países en vías de desarrollo a trabajar en investigación aplicada bien específica y en proyectos de desarrollo; también van a menudo, en gran número, a estos países, educadores en programas Fulbright u otros, a enseñar cursos elementales o intermedios. Creo, sin embargo, que personas con orientación primaria hacia la investigación experimental, raramente han ido a uno de esos países para asistir a la formación de la educación avanzada e investigación pura. La experiencia me ha movido a realzar la necesidad urgente y el beneficio de este tipo de programa, e incitar a algunos de mis colegas a emprender aventuras similares.

El primer paso, por supuesto, es convencerlos que la educación avanzada e investigación fundamental es algo realmente necesario para los países en vías de

desarrollo. Esto no es en absoluto un punto obvio. Conozco muchos físicos, bastante prominentes, (incluso yendo un premio Nobel) quienes piensan que la adopción de la educación científica avanzada e investigación fundamental en esos países en vías de desarrollo, es prematura hasta varias décadas, o incluso desaconsejable. Tal punto de vista fue anticipado levemente por David Tabor en un trabajo publicado en *Physics Today* en agosto de 1963. En realidad, para un país cuyo sistema agrícola ha permanecido esencialmente estable en los últimos 2.000 años, cuya producción industrial total es posiblemente el de una ciudad occidental de tamaño mediano, cuyas instituciones sociales han sufrido pocos cambios desde la Edad Media, cuyas sofisticaciones políticas, de modelo occidental, están quizás al nivel de deliberaciones de un centro de alumnos de una escuela preuniversitaria, ¿por qué ellos estarían seriamente interesados por la investigación fundamental en Ciencias?

Permítanme, por lo tanto, enumerar algunas de las razones más importantes por qué yo creo que la investigación básica es de capital importancia aun hoy en estos países.

1 Como la urgente necesidad de científicos aplicados que puedan trabajar en investigación relacionada con problemas específicos, económicos y técnicos del país, es raramente discutida, desco en primer lugar puntualizar que la ciencia fundamental de hoy será la ciencia aplicada de mañana, y que los competentes científicos aplicados pueden ser educados mejor que aquellos cuyos intereses y competencia están profundamente arraigados con la vanguardia de la ciencia en los campos fundamentales. El entrenamiento de un futuro ingeniero en reactores en 1930 o la educación de un futuro especialista en transistores en 1940, debieron haber estado en manos de los físicos íntimamente asociados a las más modernas ramas de la física, es decir, por aquéllos que estaban trabajando en investigación en campos avanzados. La práctica de la enseñanza de la ciencia del ayer para los científicos del mañana puede conducir a lo que podría ser llamada la negación anticipada de científicos. Este es un problema real en los países en reciente desarrollo, y yo podría señalar muchos ejemplos de mi propia experiencia.

2 El buen trabajo aplicado puede ser realizado mejor si el científico aplicado tiene acceso constante al conocimiento y visión de los que trabajan en investigación fundamental. El entrenamiento y experiencia de una persona que trabaja en investigación fundamental tiende a ser más completa y amplia (por lo menos en los países en vías de desarrollo, donde la investigación aplicada es definida en el sentido más limitado posible de la palabra); él está educado para absorber cambios más fácilmente y a menudo servir como un "hombre de ideas" para sus colegas en investigación aplicada, sugiriendo nuevos puntos de vistas o analogías que otros campos. Esta acción recíproca entre personas que trabajan en campos fundamental y aplicado es común en los países avanzados donde los investigadores en ciencias básicas pasan a menudo parte de su tiempo atendiendo consultas de proyectos aplicados de firmas industriales o de agencias gubernamentales. El resultados puede ser espectacular, si se toma en cuenta seriamente los altos derechos de consulta y la gran demanda de tales consultantes. Como los países en vías de desarrollo tienen que encarar muchos más problemas aplicados, que a menudo, deben realizarse bajo las más difíciles circunstancias, pueden beneficiarse grandemente con tales prácticas.

3 Con el tiempo, cada país debería tener su propia vida científica en las ramas fundamentales de la ciencia. Sin embargo, el desarrollo de una sólida tradición en la investigación fundamental, toma mucho tiempo y muchas generaciones de científicos. De este modo, la duración usual de 5 años de planes económicos en un país, podría ser aumentado hasta 50 en el plan correspondiente de desarrollo científico. Algunos de estos años pueden estar consagrados al fomento de la investigación pura, al menos en pequeña escala. Los científicos jóvenes de hoy encabezarán escuelas en 15 años más, dirigiendo el esfuerzo inicial de aquellos, quienes, en otros 15 años más, inspirarán los grupos que eventualmente serán capaces de dirigir el trabajo a un nivel que pueda competir con países más avanzados.

4 La necesidad en las naciones nuevas de contar con personal administrativo que tenga conocimientos científicos, es muy grande. Los innumerables proyectos aplicados, relacionados con la salud, procesos industriales, métodos agrícolas, etc., necesitan ser administrados por gente capaz de entender los aspectos técnicos de estos proyectos de modo de poder tomar decisiones inteligentes. Mi opinión es que el mejor entrenamiento para el aspecto científico de estos trabajos, es a través del desarrollo de su personalidad en ciencias fundamentales. En los países en vías de desarrollo la influencia de una persona brillante y con buen entrenamiento puede ser su-

ficiente para determinar la magnitud del desarrollo en todo el país en un campo determinado.

5 Los resultados de la ciencia fundamental sirven para reforzar y levantar la moral en estos nuevos países en desarrollo. Este punto no debiera ser subestimado, porque el estado de la moral popular es uno de los ingredientes más importantes en el desarrollo de un país. Como un ejemplo, el nombre de Abdus Salam es ampliamente conocido en Pakistán, incluso entre aquellos muy poco relacionados con la ciencia, y su prominencia internacional es un ejemplo enaltecedor para muchos jóvenes pakistanos.

Suponiendo que he logrado defender la investigación fundamental en los países en vías de desarrollo, puede preguntarse si tales empresas son financieramente posibles. El punto de vista es que pueden serlo, si la investigación se efectúa en una escala apropiadamente modesta. Los países avanzados gastan aproximadamente cerca de una milésima parte de su inmensa producción nacional en investigación fundamental. Creo que la misma fracción podría ser gastada por los países para los mismos propósitos sin gastos inútiles. Actualmente, se gasta mucho menos que esto.

En mi argumentación para la investigación fundamental he supuesto tácitamente que la educación avanzada en estos países debiera ser llevada a cabo en el propio país. Uno podría preguntarse, sin embargo, por qué esto es así, y por qué los científicos de un país no pueden ser enviados al extranjero para realizar estudios avanzados.

Hay varias razones prácticas de importancia que impiden que esto se realice en gran escala y sin serios inconvenientes.

1 Los estudios en el extranjero son caros. Muchos de los países en vías de desarrollo tienen muy poco intercambio internacional y no pueden afrontar la educación de su gente en el extranjero si esto puede hacerse en el país. Se puede gastar sólo un presupuesto limitado en becas en el extranjero, ya que una tal ayuda financiera es proporcionada generalmente en una escala muy restringida. Así, en los primeros momentos del desarrollo de un país, cuando cientos de científicos deben recibir su educación, las becas no son suficientes.

2 Las instituciones norteamericanas y europeas de educación superior están copadas por solicitudes de admisión por gentes de sus propios países. Así, un candidato de un país en vías de desarrollo, aunque sea considerado en el mismo nivel que sus colegas de un país avanzado, puede ser rechazado. Este problema será cada vez más agudo en los próximos años.

3 La mejor manera de establecer una tradición científica es crear escuelas "in situ", donde el cuerpo docente y los estudiantes graduados pueden trabajar juntos, donde los problemas técnicos y de instrumentación pueden ser coordinados de una vez por todas y donde pueda establecerse una cierta continuidad. El establecimiento de un grupo de investigación es mucho más difícil con gente que recibe su educación en una gran variedad de instituciones y luego se envía a un medio totalmente diferente. Me ha tocado experimentar personalmente este problema al visitar diversas instituciones de investigación en países en vías de desarrollo.

4 Vivir en el extranjero y después volver al país de origen, plantea un gran número de problemas de acostumbramiento. Algunas personas no pueden nunca dar buenos resultados en países avanzados, debido a una imposibilidad de adaptación a distintas formas de vida. Otros trabajan bien, pero después se quedan fuera de su país de origen y están perdidos desde el punto de vista nacional. Otros aún, vuelven a su país pero se sienten frustrados y fuera de lugar. Estos son todos problemas extraños a la ciencia y, por lo tanto, debieran obviarse ofreciendo educación superior y oportunidades de entrenamiento en el país de origen.

Permítame también mencionar brevemente dos problemas conectados con el desarrollo de investigación fundamental en países en vías de desarrollo que el Dr. Tabor discutió también en su ya citado artículo.

El primero de éstos se relaciona con la remuneración material de los científicos en países en vías de desarrollo comparado con los países avanzados. Se dice a menudo que los países en vías de desarrollo no pueden lograr potencial humano en las ciencias naturales, porque estas ciencias son suficientemente internacionales, de modo que cualquier persona con buenos estudios puede ser absorbida por países avanzados con la promesa de un buen salario. Lo malo de este argumento es que se supone que, si los otros factores son los mismos, cualquiera preferiría vivir en los EE. UU. más que en cualquier otra parte del mundo. Esto no es de ningún modo el caso, incluso en países como Israel, donde la forma de vida es bastante similar a la de los EE. UU. y ciertamente no es así en aquellos países en los cuales las tradiciones, condiciones sociales y forma general de vida, son marcadamente distintas de la norteamericana. Estoy convencido que la mayoría de los físicos pakistanos preferiría vivir en Pakistán más que en cualquier otra parte, siempre que recibiera un buen salario, de acuerdo a los estándares pakistanos, y siempre que las oportunidades de investigación que se les ofrecieran en el país fuesen al menos adecuadas. Como ejemplo, tomemos al científico pakistano que recientemente vuelve de un país occidental avanzado (a pesar de los esfuerzos hechos allí

para que se quedara). Vuelve, aunque el salario es alrededor de  $\frac{1}{4}$  de lo que recibía en Occidente y con facilidades de investigación que, a pesar de ser muy adecuadas son muy modestas, comparadas con las que podía conseguir en Occidente.

El otro problema que me gustaría tratar brevemente tiene que ver con la buena elección de campos de investigación adecuados a las necesidades de un país en vías de desarrollo. El Dr. Tabor se preguntaba si no sería aconsejable para un país de desarrollo dedicarse exclusivamente a las ciencias relacionadas de alguna forma a los problemas económicos y técnicos del país. Sugería que quizás algún tipo de investigación orientada o dirigida, serviría más a estos países.

Está claro que en un país en vías de desarrollo (y en grado menor, también en países avanzados), el tipo de investigación que puede iniciar una persona está limitado por consideraciones económicas y de potencial humano. Indudablemente, no está dentro de la capacidad de, digamos Pakistán, el de construir un Acelerador de 30 BeV en los próximos 25 años. Aparte de esta obvia selección automática, sin embargo, hay que hacer también una segunda elección, que consiste en determinar los campos de investigación económicamente posibles. Creo que algunas decisiones básicas pueden y deben hacerse a este respecto, pero la ejecución de esta decisión debe realizarse con un alto grado de objetividad frente a la realidad. Está, por ejemplo, fuera de lugar ordenar al personal científico entrenado en un cierto campo, dedicarse a otro campo sólo porque éste está más directamente relacionado a algunas aplicaciones útiles. El resultado de tal orden sería que los científicos en cuestión abandonarían sus países para irse a Occidente, donde podrían proseguir sus trabajos en cualquier campo de su interés. Es también poco práctico ordenar a los estudiantes entrenarse en ciertos campos, sólo porque éstos pueden ser aplicables. Es, sin embargo, totalmente posible enviar estudiantes a aquellas escuelas de graduados en el Occidente, donde un cierto campo, de interés para los países en vías de desarrollo, es prominente y activamente practicado. La mayor parte de los estudiantes graduados finalmente terminan en una rama de su ciencia, que era el centro de interés en la escuela en que por casualidad estudiaron. Del mismo modo cuando se crean instituciones de enseñanza superior en suelo natal, es totalmente razonable darle énfasis a ciertos campos, de modo que los estudiantes en estas instituciones terminen trabajando en estos campos, aunque sólo sea por inercia.

Finalmente, creo también, que si hay un científico originario del país verdaderamente sobresaliente, debería dársele todo tipo de estímulos para llevar a cabo su investigación y formar su escuela, no importa el campo que fuera. Especialmente en las primeras etapas del

desarrollo los programas de investigación y de educación avanzada deben estar cimentadas más alrededor de individuos sobresalientes, que conforme a planes preconcebidos. A mi juicio, es más preferible tener un excelente grupo de investigadores trabajando en un campo algo menos relacionado con las aplicaciones, que forzar la existencia de un grupo mediocre, cuyos esfuerzos están dirigidos hacia problemas más inmediatamente contactados con lo práctico.

Particularmente en su etapa inicial, los programas de investigación fundamental y educación avanzada en países en vías de desarrollo, necesitan en gran cantidad "expertos" de países avanzados, quienes pueden pasar un año o menos de su tiempo para integrar instituciones de investigación básica. ¿Qué puede aportar a cada institución un científico visitante?

1 Traerá información actualizada sobre el estado de la ciencia, nuevos métodos de investigación, nuevas ideas. Uno de los mayores problemas encarados por una institución en los países en vías de desarrollo es su aislamiento, que puede ser roto con la ayuda de un especialista visitante capaz de transmitir ideas originadas en otra parte del mundo. Un grupo de conferencias avanzadas, algunos seminarios y la cooperación con gente del lugar para la investigación de un tópico específico, pueden hacer mucho para estimular y modernizar el trabajo de cada institución. Este fenómeno es bien conocido aun en instituciones relativamente aisladas en países avanzados.

2 Una notable característica de la ciencia en los países en vías de desarrollo es el hecho de que la población de científicos está formada en su mayoría de gente muy joven. Esto es natural, pero trae como consecuencia una necesidad imperiosa de líderes de investigación, creadores de ideas, que puedan coordinar y guiar el trabajo de los científicos jóvenes, hasta que ellos por sí mismos, después de 5 o 10 años de experiencia, lleguen a ser líderes científicos. Así, un científico occidental con alguna experiencia en investigación independiente, puede hacer maravillas haciendo uso efectivo del talento local, que de otro modo podría caer en estagnamiento sin esperanzas.

3 Un investigador occidental, aunque no tenga especial interés en organización científica, está apto para tener un conocimiento implícito de cómo opera una institución de investigación avanzada, y este conocimiento es inmensamente necesario en un país en vías de desarrollo. En materia de entrenamientos, planes de estudio, prácticas bibliotecarias, organización de seminarios, atracción de visitantes extranjeros por corto tiempo (aspecto particularmente importante en la vida de estas institu-

ciones), la organización de intercambio de prepublicaciones, y en muchos otros aspectos, un experto occidental puede ser muy útil como consejero.

4 Además de todas estas actividades más bien materiales, un visitante occidental representa, además de su calidad de científico, una nota de estímulo, una fuente de ayuda moral, lo cual, como dije antes, es de gran significación. Por ejemplo, en la difícil tarea de atraer por algún medio a los jóvenes doctorados de regreso del extranjero, el conocimiento de la presencia de un visitante occidental, podría ser un factor decisivo. Una condición de este tipo es un elemento muy importante en el éxito de estas jóvenes instituciones.

Investiguemos ahora el asunto desde el punto de vista del visitante mismo. Lo que defiendo es que los investigadores activos de los países avanzados se tomen un año de trabajo regular y lo destinen, científicamente hablando, "en los bosques". Si la institución es cuidadosamente elegida y tiene un núcleo activo de investigación avanzada, si se toma un tiempo suficiente, si se hacen preparaciones bien planeadas para la estada, tal empresa puede ser beneficiosa no sólo para la institución anfitriona, sino también para la persona comprometida.

La existencia de un programa de trabajo avanzado aseguraría la presencia de algunos colegas interesados y dispuestos a cooperar con espíritu crítico, y capaces de servir como excelentes aportadores de ideas. La institución tendría también normas adecuadas respecto a buenas condiciones físicas, tales como equipo experimental, oficinas, facilidades bibliotecarias, y adecuado grupo de mantenimiento. En conexión con las bibliotecas, el visitante podría estar bien informado para asegurarse de seguir recibiendo las prepublicaciones en el nuevo lugar y también podría intensificar su intercambio de "comunicaciones privadas" en el año. En realidad, el equipo experimental no es generalmente el problema más serio; el dinero para equipo es más fácil de disponer que para cualquier otro propósito y se puede obtener más fácilmente que personal entrenado.

El visitante tendrá tiempo considerable para su investigación personal. Este tiempo puede ser usado entonces para trabajar en algún problema específico de investigación, en el cual la parte inicial del trabajo ha sido hecha en su institución. Otro propósito para el cual tal permanencia es útil, tanto para teóricos como para experimentales, es que él mismo trabaje en un nuevo campo, o amplíe sus conocimientos en su propio campo. Si uno vive en uno de los centros de física más activos, a veces se siente que, entre asistir a los seminarios cada día y tener que preocuparse de pequeñeces aquí y allá, existe una necesidad real de mayor tranquilidad y paz, donde uno pueda hacer algún trabajo sistemático y extensivo

para estar al día en el desarrollo de su campo. Yo usé parte de mi tiempo en esta forma y quizás trabajé más en Lahore que lo que podría haberlo hecho en California.

También podría ser importante decir algunas palabras respecto a la manera de cómo se puede preparar una visita de este tipo a un país en vías de desarrollo. Resulta que para quien está orientado principalmente en la investigación, la ayuda financiera para visitas con énfasis hacia la investigación, no está tan bien organizada como en el caso de visitantes expertos en las técnicas aplicadas, o educadores universitarios. Muchas organizaciones están, sin embargo, interesadas en promover tales empresas. Una de ellas es el Organismo Internacional de Energía Atómica, una de las agencias especializadas de las Naciones Unidas, quien proporciona expertos visitantes a pedido de los gobiernos miembros. Bajo tales circunstancias se pueden coordinar peticiones requeridas por el país a ser visitado. El Departamento de Estado de EE. UU., de acuerdo a la Ley 480, puede también, en algunos casos, ceder fondos, en moneda corriente del lugar, para la mantención de cada proyecto. La "National Science Foundation" ha expresado interés en proyectos de este tipo, aunque no posee un programa regular de becados organizados para este fin. En los casos en que los científicos universitarios pasan sus permisos en visitas orientadas a la investigación, muchos de los países en vías de desarrollo están dispuestos a suplementar el sobretiempos con estipendios de su propio dinero. Yo estaría muy complacido en proporcionar más detalles concernientes a algunas de estas fuentes de fondos disponibles, a cualquiera que se interese en tal empresa.

El planificar tal viaje es, por supuesto, algo más complicado que uno semejante a Europa; la correspondencia y preparativos también toman más tiempo. Por lo tanto, no es demasiado pronto para empezar a pensar acerca

de un viaje, un año y medio antes de la fecha de partida.

Finalmente, el cuadro quedaría incompleto si yo no mencionara los otros beneficios, aparte de lo científico, que puede obtener la persona participante en tal aventura. Como los científicos occidentales se supone son conocidos por su amplia variedad de intereses fuera de lo científico, éste es un punto digno de mención. Para muchos de nosotros, impregnados en la atmósfera académica y alimentados de la ficción de ciencia política del tipo "Americano Feo", la educación política recibida al ser confrontados con los problemas prácticos de ayuda extranjera, opinión mundial, nuestra imagen en el exterior, democracia versus otros credos políticos, etc., es literalmente abrumador. A este respecto, aun una semana de experiencia práctica parece ser equivalente a años de discusiones pasivas en simposios y puede a la vez ser refrescante y estimulante. A esto se puede agregar la experiencia personal de ser expuesto a culturas totalmente diferentes y al conocimiento de aquéllos que están tratando de conciliar nuevas y antiguas formas de vida en su conducta personal. El derecho de libertad de movimiento y de asociación es una parte importante de nuestra herencia occidental, y este derecho puede, difícilmente, ser mejor ejercido que yendo a una parte del mundo completamente diferente durante un tiempo algo prolongado.

En resumen, mi propósito aquí es persuadir a alguno de mis lectores que si un participante activo de investigación fundamental pasa un año más o menos en un país en vías de desarrollo, cooperando en el desarrollo de la ciencia básica, presta un servicio de valor inigualable al país interesado. Al mismo tiempo, se beneficia con su estada tanto al nivel científico como a otros niveles. Hasta aquí muy pocos científicos han intentado esta aventura. Así, si usted ha pensado en pasar un año en el extranjero, ¿por qué no considera la posibilidad de hacerlo de esta manera? Difícilmente lo lamentará.

## NUEVAS CONQUISTAS EN EL XX CONGRESO MUNDIAL DE QUIMICA TEORICA Y APLICADA

por el académico V. SPITSIN

Vicepresidente del Congreso

El 18 de julio, se clausuró en Moscú, el xx Congreso Mundial de Química Teórica y Aplicada, que duró una semana. Las sesiones del Congreso se celebraron en la Universidad de Moscú. En el Congreso participaron alrededor de 3.000 científicos de 38 países. Fueron leídas

cerca de 600 conferencias, comprendidas 200 sobre trabajos realizados en laboratorios soviéticos.

Los congresos mundiales de química teórica y aplicada se celebran cada dos años. Se organizan por los Comités Nacionales de la Unión Internacional de Química Teó-