



Cómo se hace un Científico

HANS A. KREBS



Sir Hans Krebs. F. R. S.

Yo llegué a interesarme en este tema porque los estudiantes me preguntaban de vez en cuando: “¿Cómo se llega a Premio Nóbel?”. Anteriormente nunca había intentado contestar la pregunta porque me sentía incapaz de ofrecer un comentario inmediato; pero cuando la pregunta continuó repitiéndose, comencé a reflexionar sobre las posibles respuestas.

Primeramente, debo criticar la pregunta por no ser completamente apropiada. La que es apropiada es otra pregunta relacionada: “¿Cómo se puede alcanzar distinción, o excelencia en la ciencia?” Los premios Nóbel son en cierta medida una cuestión de suerte, porque su número es demasiado pequeño para hacer justicia a todos los que lo merecen. Un modo metódico de buscar una respuesta a la pregunta modificada consiste en estudiar la historia y las características de científicos de distinción. Para este propósito necesito un criterio de distinción con-

* Este artículo fue presentado originalmente por el autor en la inauguración del Departamento de Bioquímica de la Universidad de Newcastle-on Tyne, en Inglaterra, a comienzos de 1967. Ha sido traducido de *Nature* 215: 1441-45 (1967) por Eovaldo Hernández.

veniente y a pesar de lo que acabo de decir (y a pesar de la inmodestia personal), usaré, a falta de un mejor criterio, el Premio Nóbel como medida de la distinción.

Si me preguntara cómo vino a suceder que un día yo me encontrara en Estocolmo, no tengo la más pequeña duda que debo esta buena fortuna a la circunstancia de haber tenido un destacado maestro en la etapa crítica de mi carrera científica, cuando entre mis 25 y mis 29 años estuve asociado con Otto Warburg en Berlín. El estableció un ejemplo en cuanto a los métodos y a la calidad de la investigación de primera clase. Sin él yo estoy seguro que nunca hubiera alcanzado aquellas normas que son un prerrequisito para ser considerado por los Comités que otorgan el Nóbel. Luego diré algunas palabras sobre lo que yo creo que aprendí de él. Pero antes de hacerlo me gustaría examinar hasta qué punto la importancia de un excelente maestro se aplica a otros ganadores del Nóbel.

El mismo Warburg fue ganador del Nóbel en 1931. Recibió el premio por su trabajo sobre la naturaleza química de la enzima clave en las reacciones entre el oxígeno molecular y los alimentos, en la respiración celular.

Yo tuve la suerte de ser testigo de primera fila de este trabajo y de desempeñar un papel auxiliar en el mismo. ¿Cuál fue el origen de las normas de Warburg? En una nota autobiográfica¹ escrita en 1964, él señalaba: "el acontecimiento más importante en la carrera de un científico joven es el contacto personal con los grandes científicos de su tiempo. Tal acontecimiento tuvo lugar en mi vida cuando, en 1903, Emil Fischer me aceptó como colaborador en su trabajo sobre química de las proteínas. Durante los tres años siguientes me reuní con Fischer casi diariamente y preparé, bajo su dirección, los primeros péptidos ópticamente activos". De modo que la experiencia y opiniones de Warburg son prácticamente iguales a las mías. Sigamos con la historia.

Emil Fischer, el maestro de Warburg, fue uno de los químicos más destacados de su tiempo. Por su trabajo sobre la estructura química de los azúcares, el primero en su larga serie de grandes éxitos, le fue concedido el Premio Nóbel en 1902. Fischer, a su vez, fue alumno y colaborador durante largo tiempo de otro ganador del Nóbel, Adolf von Baeyer, quien recibió el Premio Nóbel después de Fischer, en 1905, por sus descubrimientos en el campo de la química de los colorantes y, particularmente, por la síntesis del índigo.

GRANDES MAESTROS

Como los premios Nóbel comenzaron en 1901, este criterio de excelencia no puede usarse para medir la excelencia en el siglo XIX; pero la

“genealogía” científica de maestros y alumnos anteriores a 1901 presentada en la figura 1 muestra que von Baeyer fue alumno de Kekulé (famoso por sus contribuciones a la estructura de los compuestos orgánicos, especialmente la estructura de anillo del benceno), y que Kekulé fue alumno de Liebig (quien estableció las bases de la química orgánica). Evidentemente, estas generaciones de científicos estuvieron también asociadas a muy distinguidos maestros; de haber existido el Nóbel en sus tiempos, con toda seguridad que Liebig y Kekulé lo habrían ganado.

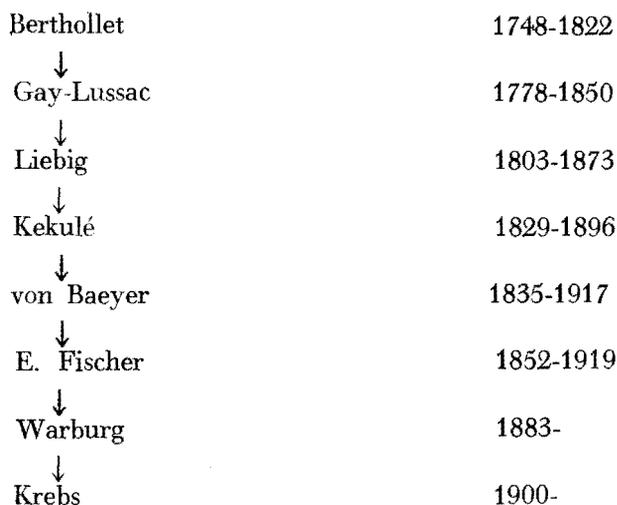


Figura 1. Genealogía científica.

Liebig es un testimonio de la importancia de un gran maestro. El fue alumno del gran químico francés Gay-Lussac, descubridor de algunas de las leyes fundamentales del comportamiento de los gases. En la época de Gay-Lussac y del joven Liebig, París era el centro de la ciencia continental y, en particular, de la química continental. Liebig trabajó en París bajo la dirección de Gay-Lussac y se refirió a esta experiencia² en los siguientes términos: “El curso de mi vida fue determinado por el hecho de que Gay-Lussac me aceptó en su laboratorio como colaborador y alumno”. Esta es prácticamente la misma frase de Warburg, escrita 100 años más tarde. Gay-Lussac fue, a su vez, un producto de la gran escuela francesa de químicos, incluyendo en particular a Berthollet, quien fue un pionero en los conceptos de la combustión (abandonando la teoría del flogisto en favor del papel del oxígeno) y quien elucidó la química del cloro, del amoníaco y del ácido cianhídrico. Uno de los maestros de Berthollet fue Lavoisier.

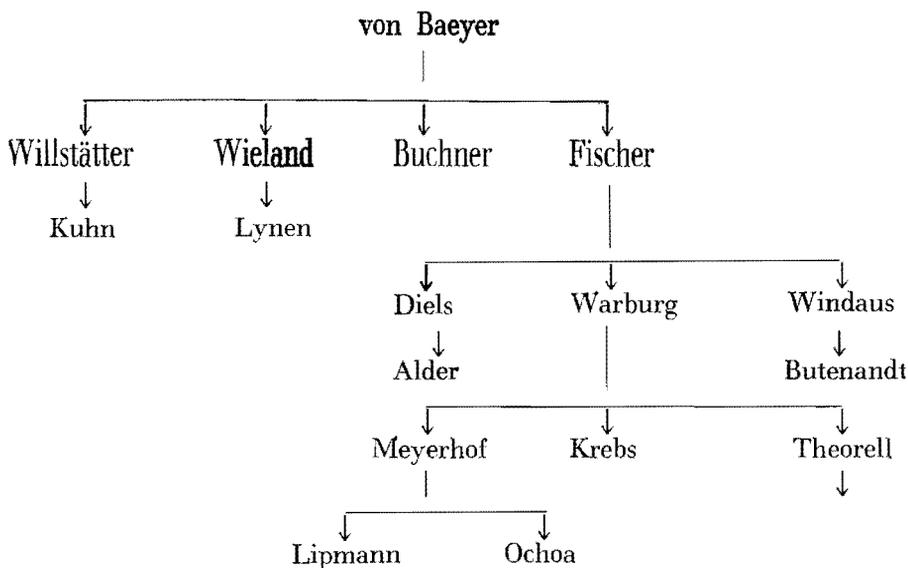


Figura 2. Genealogía de la “familia” von Baeyer. Las flechas indican la relación maestro—alumno. Todos los miembros de esta “familia” son premios Nóbel.

En todos los casos la asociación entre el maestro y el alumno fue estrecha y prolongada, teniendo lugar durante la etapa de madurez del alumno, en lo que podríamos llamar actualmente niveles de postgrado y postdoctorado. No consistió meramente en asistir a un curso de conferencias, sino en hacer investigación juntos durante un período de años.

GENEALOGIA CIENTIFICA

Así es que mi “genealogía” científica, tal como se resume en la figura 1, nos lleva a la conclusión de que, en muchos casos, la distinción engendra distinción o, en otras palabras, la distinción se desarrolla si es promovida por la distinción. Esto se destaca aún más al considerar un más extenso árbol genealógico de científicos. La figura 2, derivada de un esquema exhibido en el Museo de Ciencia y Tecnología de Munich (Deutsches Museum), resume la genealogía de los premios Nóbel descendientes de von Baeyer, el alumno de Liebig, e incluye 17 nombres. Descubrimientos sobresalientes pueden asociarse con todos los nombres. Un esquema más completo³, comenzando dos generaciones antes con Liebig, contiene más de 60 nombres excepcionalmente distinguidos e incluye más de 30 premios Nóbel.

Al ver esta especie de aglomeración de premios Nóbel en una familia científica, el escéptico bien podría sospechar una inclinación a conceder los premios a alumnos de ganadores del Nóbel. En pocas palabras, ¿juega el nepotismo algún papel en los premios? Yo espero que todo el mundo estará de

acuerdo en que la respuesta es un enfático “No”. El gran prestigio, a los ojos del mundo, de los premios Nóbel se basa en el reconocimiento general de la absoluta integridad de los Comités Nóbel y en el conocimiento de que estos comités pasan por una tremenda cantidad de dificultades para buscar a las personas más valiosas.

¿Qué es, entonces, lo que puede aprenderse en particular de maestros distinguidos? Por encima de todo, lo que ellos enseñan es una norma elevada de investigación. Medimos todo, incluyéndonos nosotros mismos, por comparaciones y en la ausencia de alguien con capacidad sobresaliente corremos el riesgo de creer fácilmente que somos excelentes y mucho mejores que el vecino. La gente mediocre puede parecer grande a ellos mismos (y a otros) cuando están rodeados por circunstancias pequeñas. Por el mismo razonamiento, la gente grande se siente empequeñecida en la compañía de gigantes, y éste es un sentimiento muy útil. De modo que lo que los gigantes de la ciencia nos enseñan es a mirar a nosotros mismos con modestia y a no evaluarnos en exceso. Este es un punto general.

Intentemos ahora ser más específicos y citemos lo que los individuos han pensado sobre la influencia de sus maestros. Warburg¹ en su nota autobiográfica resume este punto refiriéndose a su asociación con Emil Fischer: “Aprendí que el científico debe tener el coraje de atacar los grandes problemas no-resueltos de su tiempo y que las soluciones pueden forzarse, usualmente, llevando a cabo innumerables experimentos sin mucha vacilación crítica”.

Si tratara de resumir lo que particularmente aprendí de Warburg, yo diría que para mí él fue un ejemplo de cómo hacer la clase adecuada de pregunta, de cómo idear nuevas herramientas para atacar los problemas elegidos, de cómo ser despiadado en la autocrítica y esforzado en la verificación de los hechos, de cómo expresar los resultados e ideas con claridad y concisión y, en conjunto, Warburg fue para mí un ejemplo de cómo enfocar la vida sobre los verdaderos valores.

Un testigo anterior de esta pregunta sobre lo que se aprende de un maestro destacado fue Kekulé quien, en 1890, a los 61 años, señalaba que por encima de todo él aprendió de su maestro Liebig el hábito de trabajar duramente. Contaba Kekulé² que Liebig le había dicho: “Si quieres llegar a ser químico debes estar dispuesto a trabajar intensamente, aun a riesgo de arruinar tu salud. El que no está preparado a hacerlo no llegará muy lejos en química, hoy en día”. Kekulé añadió “Durante muchos años, cuatro y a veces tres horas de sueño eran suficientes para mí”. Desde luego que Kekulé llevó las cosas un poco lejos, demasiado lejos; pero yo creo que hay mucha verdad en darle importancia a la capacidad para trabajar muy duramente.

OPORTUNIDADES

Un testigo reciente en este tema sobre lo que enseña un maestro distinguido es Jacques Monod⁵, quien recibió el Premio Nóbel en 1965. En su conferencia de aceptación del Nóbel, Monod comentó sobre la importancia que para él tuvo una Beca Rockefeller, la cual le dio la oportunidad de trabajar en el laboratorio de Morgan, en el California Institute of Technology. El describe la influencia que el contacto con investigadores distinguidos tuvo sobre su desarrollo como científico: “Esto fue una revelación para mí —una revelación de lo que era un grupo de científicos ocupados en una actividad creadora, con un constante cambio de ideas, de especulaciones audaces y de duras críticas; fue una revelación de personalidades de gran estatura, tales como George Beadle, Sterling Emerson, Bridges, Sturtevant, Jack Schultz y Ephrussi, quienes trabajaban entonces en el departamento de Morgan”. Por esa época Morgan ya era Premio Nóbel y Beadle lo sería más tarde.

Hay un testigo más al que quiero mencionar en relación con las cualidades especiales que un líder en una materia puede enseñar. Este es Otto Loewi, Premio Nóbel en 1936, farmacólogo y fisiólogo. El dijo lo siguiente sobre los fisiólogos destacados del siglo XIX y la influencia que ejercieron en sus alumnos⁶: “Ellos poseían en su más alto grado las cualidades del entusiasmo contagioso, amplitud de mente e imaginación, humildad y profunda devoción por sus alumnos. Estas son cualidades que por sí solas son suficientes para atraer estudiantes brillantes... Además del arte de experimentar y observar, los alumnos aprendían los hábitos de pensamiento requeridos por la ciencia. Ellos aprendían a seleccionar el tema a investigar, cómo interpretar y evaluar los resultados obtenidos y cómo integrar estos resultados en el cuerpo general de los conocimientos. De este modo a los estudiantes no sólo se les familiarizaba con los métodos y los hechos, sino que se les infundía el espíritu científico que forma la base del verdadero sabio e investigador”.

De modo que, por encima de todo, son actitudes más que conocimientos, los que transmite el maestro distinguido. Las habilidades técnicas pueden aprenderse de muchos maestros y, lo mismo que una inteligencia promedio, son desde luego, prerrequisitos para el éxito en la investigación. Lo importante es el uso de estas habilidades, cómo valorar sus potencialidades y sus limitaciones, cómo mejorarlas, rejuvenecerlas y suplementarlas. Pero quizá el elemento más importante en las actitudes es la humildad, porque de ella fluye una mente autocrítica y el esfuerzo continuo de aprender y mejorar. También de gran importancia es el entusiasmo que el maestro transmite al alumno: Es la raíz de una gran capacidad para trabajar; hace que el investigador considere la investigación no como un trabajo, sino como un entretenimiento y también lo induce a decir “No” cuando es tentado por diversiones que lo llevan a los “círculos de poder” o a innumerables viajes por el extranjero.

Me he referido a la importancia de hacer la clase correcta de pregunta al elegir un problema de investigación, evitando aquellos problemas que puedan dar un resultado rápido y concentrándonos en los que verdaderamente vale la pena atacar. Paul Weiss⁷ observó: "El objetivo de la investigación no debe ser más hechos y más hechos, sino más hechos de valor estratégico". Por valor estratégico él quería decir que una observación o un experimento debería conducir al esclarecimiento de un problema o a una mejor comprensión de un fenómeno o a la unión de hechos e ideas previamente no relacionados. Goethe⁸ expresó la misma idea mucho antes: "El progreso en investigación está detenido a causa de que la gente se preocupa por aquello que no vale la pena conocer y por aquello que no puede ser conocido". Medawar⁹ ha dicho recientemente de un modo muy sucinto: "Si la política es el arte de lo posible, la ciencia es el arte de lo soluble". Cómo seleccionar problemas solubles que valgan la pena y cómo crear las herramientas necesarias para alcanzar una solución es algo que los científicos aprenden de las grandes figuras de la ciencia y no de los libros.

Me gustaría subrayar, en base a mi propia experiencia, lo que Monod dijo sobre la importancia de pertenecer a un grupo de científicos tal como el que él encontró en el California Institute of Technology. La asociación con un maestro destacado casi automáticamente trae consigo la estrecha asociación con destacados contemporáneos del estudiante, ya que los grandes maestros tienden a atraer buenos alumnos. Los estudiantes a todos los niveles aprenden tanto de sus compañeros como de sus profesores; esto fue así en mi caso. El laboratorio de Warburg en Dahlem, donde yo realicé mi aprendizaje, estaba rodeado por otros centros de distinción. Estaba en el mismo edificio que el laboratorio de Meyerhof y el contacto entre los dos bioquímicos fue muy estrecho. Entre mis contemporáneos se encontraban muchos jóvenes que más tarde llegarían a ser científicos destacados. Estaban Ochoa y Lipmann, quienes llegaron a Premio Nóbel. Estaba Lohmann, que descubrió el ATP y la estructura de la co-carboxilasa; estaba Karl Meyer, quien descubrió el ácido hialurónico; estaban Hans Gaffron, David Nachmansohn, Dean Burk, Frank Schmidt, Ralph Gerard y Hermann Baschko. Entre otros numerosos científicos brillantes trabajando a no más de unos cientos de metros de distancia, y con los que nos reuníamos regularmente en los coloquios semanales, estaban Neuberg, Hahn, Meitner, Haber, Polanyi y Bonhoeffer.

Existen otros muchos ejemplos de tales centros de excelencia y de formación de científicos. Así, por ejemplo, Cambridge fue en las primeras décadas de este siglo, un centro de excelencia en fisiología y bioquímica ya que Foster, Langley, Hopkins, Barcroft y Adrian estaba cada uno de ellos rodeado de un grupo de jóvenes entusiastas de gran capacidad. Cambridge, desde

luego, fue también en esa época un centro de excelencia en física, gracias a J. J. Thomson y Rutherford.

Sin duda que Cambridge y Oxford deben parte de su fama a su tamaño, el cual hizo posible la formación de grupos de base amplia en una sola materia en una época cuando las universidades de provincia estaban usualmente limitadas a departamentos muy pequeños con poco ambiente para el fértil cruzamiento de ideas que ocurre en grupos mayores. Es agradable observar los recientes desarrollos en las universidades de provincia, las cuales han eliminado esta limitación y avanzado enormemente hacia la provisión de un ambiente de primera clase.

Lo que he dicho hasta el momento no es sólo un asunto de reflexiones históricas. Hay en ello lecciones que aprender, particularmente por parte de las autoridades universitarias que intenten convertir sus universidades en centros de excelencia. Puesto que la investigación de calidad es una de las raíces últimas y principales de toda la excelencia académica, incluyendo la calidad de la docencia, las universidades deberían hacer todo lo que esté en su poder para crear oportunidades para la investigación de primera clase por parte de sus profesores. Pero, ¿hacen esto las universidades? O, cuando desean hacerlo, ¿se les dan los medios, en términos de facilidades y dinero, para hacerlo?

DIRECCION

Durante este siglo han habido *realmente* sólo dos avances fundamentales en las ciencias: El primero fue en el campo de la física atómica y condujo a la creación de la mecánica cuántica y a la producción de la energía atómica. El segundo fue en biología donde la fusión de la bioquímica, la biofísica y la genética para formar la biología molecular ha conducido al entendimiento de fenómenos biológicos básicos que, sólo una generación antes, parecían estar más allá del alcance de la ciencia. Cuando comparamos las circunstancias que condujeron a estos dos grandes avances encontramos, como ha señalado Max Delbruck¹⁰, notables diferencias en la manera como ambos fueron logrados. La física atómica fue creada casi exclusivamente dentro de la estructura de las instituciones universitarias tradicionales, mientras que los modernos avances en biología no proceden de los departamentos de biología tradicionales. Ellos son en gran medida el resultado de los esfuerzos de químicos, físicos y biólogos, que trabajaban frecuentemente en departamentos no-biológicos y fuera de las universidades.

En Inglaterra, los decisivos avances asociados a los nombres de Wilkins, Crick, Watson, Perutz y Kendrew, fueron hechos en las unidades del Medical Research Council en el King's College de Londres y en Cambridge y ambas unidades, financiadas por el Medical Research Council, estaban situadas en Laboratorios de física, no de biología. En Francia, las decisivas con-

tribuciones asociadas a los nombres de Lwoff, Monod y Jacob tuvieron lugar en el Instituto Pasteur, una institución independiente de la Universidad. En los Estados Unidos, el Instituto Rockefeller, a través de los trabajos de Avery, MacLeod y McCarty, fue un contribuyente importante a los nuevos descubrimientos. Es desde luego notable que las universidades permitieran que la iniciativa en las fronteras del conocimiento se les fuera de sus manos de este modo.

La pérdida de la dirección de la ciencia por parte de las universidades se refleja también en las estadísticas de los premios Nóbel ganados por científicos británicos, las cuales se muestran en la Tabla 1. De los 18 ganadores, sólo 10 fueron premiados mientras trabajaban para las universidades, y al menos uno de ellos, yo mismo, tuvo un trabajo privilegiado, con deberes docentes y administrativos muy escasos, durante el tiempo crítico. Las estadísticas son aún más reveladoras al limitarlas a años más recientes. Desde 1960, solamente tres premios Nóbel han ido a las universidades en Inglaterra y cinco a científicos de fuera de la universidad (y aquí se incluyen las ciencias físicas). En esta tabla "otros centros" se refiere, en todos los casos menos uno, a las unidades del Medical Research Council. La excepción es A. L. Hodgkin, en Cambridge, quien es un profesor de investigación a tiempo completo de la Royal Society. Al comparar estas cifras se ha de tener presente que los recursos económicos de las universidades son mucho mayores, en conjunto, que los del Medical Research Council o la Royal Society. Los fondos a la disposición del Medical Research Council fueron menos del 5 por ciento de los fondos de las universidades, y las universidades emplean probablemente 10 veces más científicos que el Medical Research Council. A pesar de esta desventaja, el Medical Research Council obtuvo mayor número de premios Nóbel que las universidades.

TABLA 1. Premios Nóbel ingleses desde el año 1950.

Universidades (10)		Otros centros (8)	
C. F. Powell	(1950)	A. J. P. Martín	(1952)
J. D. Cockcroft	(1951)	R. L. M. Synge	(1952)
E. T. S. Walton	(1951)	F. Sanger	(1958)
H. A. Krebs	(1953)	F. M. Perutz	(1962)
M. Born	(1954)	J. C. Kendrew	(1962)
C. N. Hinshelwood	(1956)	F. H. C. Crick	(1962)
A. R. Todd	(1957)	M. H. F. Wilkins	(1962)
P. B. Medawar	(1960)	A. L. Hodgkin	(1963)
A. F. Huxley	(1963)		
D. C. Hodgkin	(1964)		

Otra ilustración de esta tendencia la suministra las estadísticas de los Miembros de la Royal Society. De 32 Miembros elegidos en marzo de 1967, sólo 13 realizaron su trabajo decisivo en las universidades y algunos de estos 13 ocupaban posiciones privilegiadas en la Universidad, en puestos de investigación sin obligaciones docentes.

¿Por qué han perdido las universidades su posición directiva en investigación? Yo creo que la respuesta es simple. Existe abundante talento potencial en las universidades inglesas que pueda lograr distinción en la ciencia; lo que falta es simplemente tiempo. La verdadera investigación de carácter fundamental requiere una tremenda cantidad de tiempo. No puede hacerse a ratos perdidos, ni puede delegarse a técnicos o a estudiantes de doctorado. La dificultad está en que el personal académico tiende a estar muy sobrecargado con docencia y administración, en particular en Oxford. Esta sobrecarga comienza a menudo en una etapa temprana de la carrera académica y deja poco tiempo al profesorado joven para madurar durante la etapa postdoctoral. Lo que los científicos necesitan para madurar es, creo yo, varios años postdoctorales dedicados completamente a la investigación antes de sumergirse en la enseñanza en una escala mayor.

Otra ilustración de la importancia del tiempo que se necesita para establecer una posición académica es el número relativamente elevado de profesores formados por los establecimientos del Medical Research Council. Entre 1961 y 1966 no menos de 42 investigadores del Medical Research Council fueron nombrados profesores en las universidades. Esto fue posible porque el Medical Research Council ofrece oportunidades que las universidades no pueden ofrecer, en particular da a los científicos abundante tiempo. De este modo los establecimientos del Medical Research Council han demostrado ser un lugar muy efectivo de formación de científicos adecuados para puestos universitarios avanzados. Debería hacer énfasis en lo equivocado que es culpar al Medical Research Council por alejar de las universidades algún personal excelente, cuando estas personas, después de madurar, regresan a las universidades bien preparados para ocupar puestos directivos.

La investigación, a diferencia de los trabajos de rutina tales como la docencia o la práctica de la medicina o las labores administrativas, requiere un mínimo de esfuerzo para ser efectiva, y este mínimo es muy exigente en cuanto a tiempo. A veces he oído de labios de gente de la Universidad que no saben lo que significa la investigación científica: "Bien, si Ud. sólo dispone de la mitad del tiempo que Ud. cree que debería tener, reduzca su investigación a la mitad. ¿Qué importa eso?".

Este razonamiento es falso. Es como la idea de reducir el ruido de un motor de aviación, reduciendo la velocidad del motor. Hasta un cierto límite, desde luego, esto da resultado; sólo que el aeroplano viaja más len-

tamente. Pero pronto se llega a un punto donde el avión ya no puede permanecer en el aire. A bajas velocidades del motor todavía puede deslizarse sobre la tierra, pero eso es todo.

EL GRUPO DE INVESTIGACION

La investigación científica requiere un elevado momento crítico mínimo. La eficiencia de la investigación no es justamente proporcional al esfuerzo. El científico cuyo tiempo es insuficiente podrá arreglárselas para deslizarse sobre terrenos bien arados, pero tropezará con enormes dificultades para despegar, para hacer algo realmente nuevo y original. Por otra parte, una vez haya ganado momento, pronto se encontrará en territorio nuevo y desconocido. Uno de los modos más efectivos de adquirir momento es pertenecer a un grupo de investigación. Contrariamente a lo que algunos puedan pensar, pertenecer a un grupo no implica en absoluto pérdida de los horizontes individuales, de la iniciativa individual, de los logros individuales, del reconocimiento individual. Lo que el grupo contribuye es una base de habilidades reunidas, experiencia y ayuda. Esta base forma el punto de partida para la empresa individual.

En última instancia, por consiguiente, la razón de fracasar en la obtención de la excelencia, a pesar de las grandes potencialidades, es en muchos casos debida a la circunstancia de que los responsables por la organización de las vidas de los científicos les roban tiempo.

Todo esto conduce a la cuestión más importante de saber si nuestras universidades de hoy en día hacen todo lo que debieran para formar centros de excelencia en la ciencia, algo que se daba por descontado hace una generación. En muchas universidades americanas éste es frecuentemente un tema de discusión y es quizá significativo que el ex secretario de Health, Education, and Welfare de Estados Unidos, John Gardner¹¹, haya escrito un estimulante libro titulado "Excellence" con el subtítulo "¿Podemos ser iguales y también excelentes?". Yo no estoy completamente seguro de si nuestros principales patrocinadores financieros, el Comité de Becas Universitarias y en particular el Tesoro, conceden suficiente consideración y dinero a la importancia de cultivar la excelencia en las universidades; al hecho de que en la ciencia, la enseñanza y la investigación siempre van juntas y que en esta era de la ciencia, el cultivo de la distinción en la ciencia no es un ejercicio académico sino una fuente de poder económico y político.

Mis recelos están naturalmente influidos por mi experiencia personal en Oxford, donde, bajo el estandarte de la igualdad y de la democracia, las circunstancias actúan poderosamente contra el desarrollo de la excelencia en la ciencia. Yo temo que en unas cuantas esferas de la vida de este país tenemos demasiada igualdad y demasiado poca promoción de la excelencia. En Oxford, a muy pocos de los excelentes científicos jóvenes se les

da oportunidad de desarrollar sus potencialidades en la investigación científica, simplemente porque se les priva de tiempo. Un gran número de científicos prometedores y distinguidos han abandonado Oxford por esta razón o han rehusado trabajar allí. Esto podría beneficiar a otras universidades inglesas, si ellas pudieran mostrar más simpatía o ser más capaces de ayudarlos, pero la falta de oportunidades, especialmente en términos de tiempo, ha contribuido también a la "fuga de cerebros".

A menos que nosotros en las universidades estemos conscientes de estos problemas y luchemos continuamente por el mantenimiento de normas elevadas, estamos sentenciados a deteriorarnos. Este es un asunto que incumbe, en general, a todos los universitarios.

LITERATURA CITADA

1. Warburg, O., *Annual Rev. Biochem.* 33, 1 (1964).
2. Von Liebig, J., citado por Volhard, J., *Justus von Liebig*, vol. 2, p. 421. (Leipzig, 1909).
3. Von Dechend, Hertha, en *Justus von Liebig* [Verlag Chemie, Weinheim Bergstr., (1965)].
4. Kekulé, A., *Ber Chem. Ges.*, 23, 1302 (1890).
5. Monod, J., *Science*, 154, 475 (1966).
6. Loewi, O., *Annual Rev. Physiology*, 16, 1 (1954).
7. Weiss, P., *Science*, 101, 101 (1945).
8. Von Goethe, J. W. *Maximen und Reflexionen*.
9. Medawar, P. B., *The Art of the Soluble* (Methuen, Londres, 1967).
10. Delbrück, M., *Nova Acta Leopoldina*, 26, 13 (1963).
11. Gardner, J. W. *Excellence (Can we be equal and excellent too?)*. (Harper, New York. 1961).