

LA FORMACION DE UN CIENTIFICO (COMO GANAR PREMIO NOBEL)

H.A. KREBS (Premio Nobel)
Trad. de: Benhur Chica Giraldo

Hans Adolph Krebs nació en Inglaterra en 1900, recibió el premio Nobel en 1953 por sus trabajos sobre el Ciclo de fosforilación oxidativa o Ciclo de Krebs, que es un sistema de enzimas localizadas en el mitocondria de las células, cuya función es transformar la energía química contenida en los alimentos en energía mecánica (empleada por los organismos en toda clase de trabajos).

El premio Nobel fue compartido con su compatriota Lipman.

En 1967 publicó en Nature 215, (5109); 1441-1445 (1967) el artículo que se reproduce a continuación.

Me interesé por este tema porque los estudiantes me preguntaban: "¿Cómo se consigue ser un premio Nobel?" Jamás intenté responder esta pregunta porque me sentía incapaz de dar una respuesta inmediata, pero cuando la pregunta comenzó a repetirse, pasé a reflexionar sobre las posibles respuestas.

Primero debo criticar la pregunta por no ser bien formulada. Mejor sería la pregunta relacionada: "¿Cómo se puede alcanzar un nivel de excelencia en ciencia?"

Los premios Nobel son hasta cierto punto cuestión de suerte porque su número es muy pequeño para hacer justicia a todos los que los merecen.

La manera metódica de encontrar una respuesta a esa pregunta modificada sería estudiar la historia y las características de los científicos de nivel de excelencia. Con ese objetivo yo necesitaría un criterio adecuado de excelencia y, a pesar de lo anteriormente dicho (y a pesar de cierto embarazo personal), utilizaré el premio Nobel como criterio de excelencia, por falta de otro mejor.

Si yo me preguntase cómo sucedió que un día me vi en Estocolmo, no tendría la menor duda en atribuir esa suerte a la ocasión de haber tenido un maestro excepcional en la época crítica de mi carrera científica cuando entre los 25 y 29 años de edad me asocié a Otto Warburg en Berlín. Él era un ejemplo de los métodos y de las cualidades de investigación científica de primera categoría. Sin él estoy seguro de que nunca habría alcanzado las condiciones exigidas como prerrequisito por la comisión Nobel.

Diré algunas palabras más tarde sobre lo que, particularmente, creo que aprendí con él, pero antes de hacerlo me gustaría examinar hasta qué punto la importancia de un maestro excepcional influyó sobre los otros premios Nobel.

El propio Warburg ganó premio Nobel en 1931. Recibió el premio por su trabajo sobre la naturaleza de una enzima fundamental en los procesos de oxidación celular. Yo tuve la suerte de acompañar muy de cerca ese trabajo y de tomar parte en el modo subsidiario. ¿Cuál es el origen de los patrones de trabajo de Warburg?

En nota autobiográfica que escribió en 1964, él señaló: "el hecho más importante de la carrera de un joven científico es el contacto personal con los grandes científicos de su tiempo. Eso aconteció conmigo cuando Emil Fischer me aceptó como colaborador en química de las proteínas, en 1903. Durante los tres años siguientes acompañé a Fischer casi diariamente y preparé, bajo su orientación los primeros péptidos ópticamente activos". Así, la experiencia y los puntos de vista de Warburg son muy parecidos a los míos. Pero continuemos con la historia:

Emil Fisher, maestro de Warburg, fue uno de los más importantes químicos de su tiempo. Recibió el premio Nobel en 1902 por su trabajo sobre la naturaleza química de los azúcares, el primero de su larga serie de grandes trabajos. Fisher, a su turno, fue alumno y colaborador durante mucho tiempo de otro premio Nobel, Adolf Von

Baeyer, que fue premiado después de Fisher en 1905, por su descubrimiento en el campo de la química de los colorantes orgánicos en particular por la síntesis del índigo.

MAESTROS

Por lo que los premios Nobel comenzaron en 1901, este criterio de excelencia no puede ser utilizado para el siglo XIX, más la "genealogía" científica de maestros y discípulos de la fig. 1, muestra que Von-Baeyer fue alumno de Kekulé (famoso por sus contribuciones a la estructura de compuestos orgánicos, especialmente la estructura cíclica del benceno), y que Kekulé fue discípulo de Liebig ("fundador de la química orgánica").

Evidentemente había también una asociación entre los más importantes maestros de las primeras generaciones de científicos; si existiese en aquella época los premios Nobel, Liebig y Kekulé serían ciertamente premiados.

GENEALOGIA CIENTIFICA

Berthollet	1748	1822	Von-Baeyer	1835	1917
Gay-Lussac	1778	1850	E. Fisher	1852	1919
Liebig	1803	1873	Warburg	1883	
Kekulé	1829	1826	Krebs	1900	

Fig. 1

Liebig dió testimonio de la importancia de un buen orientador. Fue alumno del químico francés Gay-Lussac, el descubridor de algunas 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 particularmente de la química, Liebig trabajó bajo su orientación en París y se refirió a esa experiencia (2) en los siguientes términos: "El camino que mi vida tomó fue determinado por el hecho de haberme aceptado Gay-Lussac en su laboratorio como colaborador y alumno". Esa declaración es casi la misma de Warburg, escrita 100 años más tarde. Gay-Lussac, a su turno, fue producto de la gran escuela francesa de químicos, incluyendo en particular a Berthollet, pionero en los conceptos de combustión (abandonando la teoría del flogístico en favor del papel del oxígeno en el proceso) y en la elucidación de la química del cloro, del amonio y del ácido hidrocianico. Uno de los maestros de Berthollet fue Lavoisier.

En todos los casos la asociación entre maestro y discípulo fue estrecha y prolongada, extendiéndose desde la fase inmadura del discípulo, hasta lo que hoy llamaríamos niveles de posgraduación. No era simplemente cuestión de asistir a cursos y conferencias, sino de hacer investigación científica juntos por tiempo prolongado.

GENEALOGIA

Así, mi "genealogía" científica, como consta en la Fig. 1, nos lleva a la tesis de que, en muchos casos, la excelencia cría excelencias o, en otras palabras, la excelencia se desenvuelve cuando es alimentada por excelencia. Esa conclusión sobresale más claramente si examinamos un árbol genealógico de un esquema que exhibido en el museo de Munich de Ciencia y Tecnología (Deutsches Museum), sintetiza la genealogía de los premios Nobel de Von Baeyer el discípulo de Liebig, e incluye diez y siete nombres. Descubrimientos fundamentales pueden ser asociados a todos ellos. Un esquema aún mayor (3) principiando dos generaciones antes de Liebig, contiene más de 60 nombres excepcionales e incluye más de 30 premios Nobel.

Examinando esa aglomeración de premiados en una misma familia científica, el escéptico podría sospechar la tendencia a conferir premios a los alumnos de los primeros premiados. En resumen, ¿el nepotismo desempeña algún papel en todo esto? Espero que todos concuerden a que la respuesta a esa pregunta sea un enfático "No".

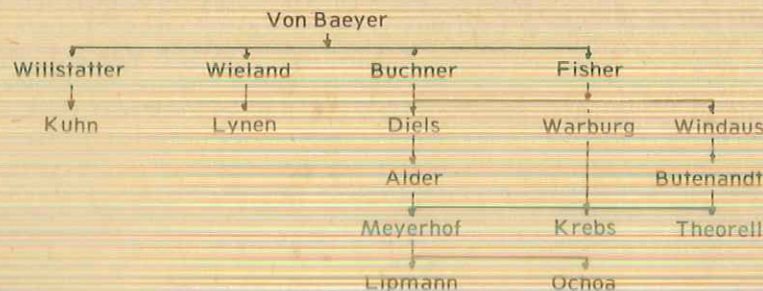
La alta significación a los ojos del mundo, de los premios Nobel deriva del reconocimiento general de la absoluta integridad de la comisión Nobel, y del conocimiento de que esas comisiones tienen problemas enormes en encontrar las personas más indicadas para los premios.

Entonces, ¿qué se puede aprender, específicamente, con maestros de gran proyección científica? Lo que ellos enseñan, ante todo, es la ciencia en alto nivel. Medimos todas las cosas, inclusive a nosotros mismos, por comparación; y en ausencia de otras personas con gran capacidad existe el riesgo de que creamos fácilmente que somos excelentes y superiores a cualquiera. Los mediocres parecen grandes para ellos mismos (y para otros mediocres) si se envuelven apenas en cosas insignificantes. Del mismo modo, las personas bajas de estatura se sienten enanas al lado de gigantes, y éste es un sentimiento mucho más útil. Así, lo que el gigante de la ciencia nos enseña es a vernos más modestamente y a no superestimarnos. Este es un punto de orden general.

GENEALOGIA DE LA "FAMILIA" VON BAEYER

Las flechas indican la relación maestro discípulo. Todos los miembros de esta "familia" son premios Nobel:

Fig. 2



Permítanme ahora intentar ser más específico y citar los individuos que pensaron sobre la influencia de sus maestros. Warburg (1) en su nota autobiográfica sintetizó este punto refiriéndose a su asociación con Emil Fisher: "Aprendí que el científico debe tener el coraje de atacar los grandes problemas no resueltos en su tiempo y que las soluciones generalmente pueden surgir de innumerables experiencias sin mucha reflexión crítica". Si yo intentase sintetizar lo que aprendí con Warburg diría que él fue para mí un ejemplo de cómo hacer la pregunta correcta de crear nuevos instrumentos para atacar los problemas escogidos, de ser impiadosamente autocríticos y darse el trabajo de esclarecer los hechos, de expresar los resultados e ideas en forma clara y concisa y de focalizar la vida en valores verdaderos. Uno de los primeros testimonios de qué se aprende con los grandes maestros fue el de Kekulé; en 1890, con 61 años de edad declaró que sobre todo, lo que él aprendió con su maestro

Liebig fue el hábito de trabajar mucho. Cuenta que Liebig le decía: "Si usted desea ser un químico, debe estar listo a trabajar tanto, al punto de casi arruinar su salud. Los que no están preparados para eso no van muy lejos en química hoy en día". Kekulé rasaltó "Durante muchos años 4 ó a veces tres horas de sueño me eran suficientes". Kekulé evidentemente exageró un poco, pero pienso que es bueno resaltar la importancia de la capacidad de trabajo intenso.

OPORTUNIDADES

Testimonios recientes de que se puede ganar una buena orientación es Jacques Monod (5), que recibió el premio Nobel en 1965. En su discurso de recepción del premio él comentó la importancia que para él significó una beca de la Rockefeller que le dió la oportunidad de trabajar en el Instituto de Tecnología de California, en el laboratorio de Morgan. Describe la influencia que el contacto con los investigadores tuvo sobre su formación como científico: fue una revelación para mí —revelación de cómo funciona un grupo de científicos con actividad creadora, que la difunden en constante cambio de ideas, especulaciones osadas y fuertes críticas; fue una revelación de personalidades de gran significado como George Beadle, Sterling Emerson, Bridies, Sturtevant, Jack Schultz y Ephrussi, todos ellos trabajando en esta época en el laboratorio de Morgan". Morgan entonces ya era premio Nobel y Beadle lo fue algún tiempo después.

Hay un testimonio más que me gustaría citar en relación a las cualidades específicas que los grandes maestros pueden transmitir. Se trata de Otto Loewi, premio Nobel en 1936, farmacéutico y fisiólogo. Él declaró lo siguiente sobre los mejores fisiologistas del siglo XIX y su influencia sobre los discípulos (6). "Tenían en alto grado cualidades como entusiasmo contagiante, amplia imaginación, humildad y profunda devoción a sus alumnos". Cualidades que por sí solas bastan para atraer a los mejores estudiantes.

Además del arte de experimentación y observación, los alumnos aprendían los métodos de pensamiento que la ciencia exige. Aprendían cómo escoger el objeto a ser explorado, cómo interpretar y evaluar los resultados obtenidos, y cómo integrarlos en todo un cuerpo de conocimientos. De ese modo los estudiantes no sólo se familiarizaban con técnicas y fenómenos, sino que se imbuían de espíritu científico que forma el verdadero profesor e investigador. Así sobre todo, aptitudes más que conocimientos, son transmitidos por los grandes orientadores. Habilidad técnica se puede aprender con muchos profesores, del mismo modo que un mínimo de inteligencia, son evidentemente prerrequisitos para una buena investigación. Más lo que es crítico es la utilización de las técnicas, cómo evaluar sus alcances y limitaciones, cómo mejorarlas, suplementarlas. Pero probablemente el más importante elemento de aptitud es la humildad, porque de ella se origina una conciencia autocrítica y el continuo esfuerzo en aprender y mejorar. También de gran importancia es el entusiasmo transmitido de maestro a discípulo: esta es la base de la gran capacidad de trabajo, hace que el investigador encaré la investigación no como un trabajo sino como una diversión y también lo induce a decir "NO" cuando es atraído por diversiones tentadoras que lo llevan a los corredores del poder o a viajes innumerables al exterior.

PREGUNTA

Ya me refería la importancia de hacer la pregunta exacta al escoger un tema de investigación, evitando aquellas que puedan llevar a resultados falsos y concentrándonos en los que en realidad vale la pena atacar.

Paul Weiss (7) dice: "El objetivo primordial de la investigación no debe ser apenas datos y más datos, sino datos de valor estratégico". Por valor estratégico él quiso

decir que una observación o un experimento debe llevar al esclarecimiento o solución de un problema o a un conocimiento mejor de un fenómeno, o ligar hechos o ideas hasta entonces no relacionadas.

Goethe (8) expresó la misma idea anteriormente: "El proceso en la investigación científica es muy difícil porque las personas se preocupan mucho con lo que no vale la pena conocer y, con lo que no puede ser conocido". Medawar (9) recientemente sintetizó lo anterior en la siguiente forma: "Si la política es el arte de lo realizable, la ciencia es el arte de lo resoluble". Cómo escoger los problemas resolubles y cómo crear los instrumentos necesarios para llegar a una solución es algo que los científicos aprenden con las grandes figuras de la ciencia mucho más que con los libros. Me gustaría subrayar, con base en mi propia experiencia, lo que Monod declaró con respecto a la importancia de pertenecer a un grupo de científicos como aquel que él encontró en el Instituto de Tecnología de California. La asociación con un gran científico casi automáticamente trae la asociación estrecha con sus contemporáneos más importantes, porque los grandes maestros tienden a atraer los mejores alumnos. Los estudiantes de todos los niveles aprenden tanto con sus colegas de trabajo como de sus orientadores y eso fue muy verdadero en mi caso. El laboratorio de Warburg en Dahlem, donde hice mi graduación, era rodeado de otros centros de excelencias. Estaba localizado en el mismo edificio del laboratorio de Meyerhof y el contacto entre los dos grupos de bioquímica era muy estrecho. Mis propios colegas eran alumnos que posteriormente se tomaron premio Nobel; Karl Meyer, descubridor del ácido hialurónico; Hans Gaffron, David Nachmansohn, Dean Burk, Frank Schmitt, Ralph Gerard y Hermann Blaschko. Entre muchos otros grandes científicos que trabajaban a algunos metros y que se reunían regularmente en coloquios semanales, estaban: Neubert, Hahn, Meitner, Haber, Polanyi y Bonhoeffer.

Existen muchos otros ejemplos de tales centros de excelencia y de formación de científicos. Cambridge, por ejemplo, fue un centro de excelencia en fisiología y bioquímica en las últimas décadas de este siglo porque Foster Langley, Hopkins, Bareroff y Adrian estaba cada uno de ellos asesorado de un grupo de jóvenes entusiastas de gran capacidad. Cambridge, evidentemente, al mismo tiempo era centro de excelencia en Física, gracias a J.J. Thomas y Rutherford.

Sin duda alguna, Cambridge y Oxford deben parte de su importancia a su tamaño, que tornó posible reunir gran número de grupos estudiando un solo problema, en cuanto a las universidades restantes generalmente se restringían a pequeños departamentos con poca visión de la gran fertilización cruzada que ocurre con grupos mayores. Es grato verificar los recientes progresos en esas universidades, que removieron esa restricción y alcanzan en conseguir un ambiente de primera categoría.

Lo que he dicho no es simplemente tema de reflexión histórica. Son lecciones que deben ser aprendidas, particularmente por los dirigentes universitarios que desean transformar las universidades en centros de excelencia. Como la excelencia en la investigación científica es una de las bases fundamentales de la excelencia universitaria, inclusive en la enseñanza de graduación, las universidades deben hacer todo lo que está a su alcance para crear oportunidades para la investigación de primera línea realizada por miembros de su cuerpo docente, pero, ¿ellas lo hacen? O, en otras palabras, ¿ellas tienen medios económicos para hacerlo?

POLITICA CIENTIFICA

Otro ejemplo de la importancia del tiempo para el establecimiento de un buen nivel académico es el número relativamente grande de profesores universitarios financiados por el Medical Research Council. Entre 1961 y 1966, no menos de 42 miembros del equipo del Medical Research Council ingresaron en las universidades para obtener grados académicos. Eso fue posible porque el Medical Research Council daba

oportunidad que las universidades no daban, permitiendo a los científicos, sobre todo, tiempo. De ese modo, los auxiliares del Medical Research Council mostraron ser muy eficaces para la formación de científicos que pudiesen ocupar los mayores puestos universitarios. Debo subrayar que es errado culpar al Medical Research Council (como se hizo) por mantener algunos científicos excelentes fuera de las universidades, cuando éstas personas después de madurar, vuelven a la universidad bien preparadas para cargos superiores.

La investigación a diferencia de las tareas rutinarias como la enseñanza, la clínica o la administración, necesita un esfuerzo crítico mínimo para ser eficiente y ese mínimo exige mucho tiempo. Frecuentemente escucho decir a funcionarios que no saben lo que significa la investigación científica: "Pues si usted solamente tiene la mitad del tiempo del que necesita, corte su investigación por la mitad. ¿Cuál es la diferencia?".

Ese raciocinio es falso. Se parece a la idea de que para disminuir el ruido de un motor de un avión, se debe reducir su velocidad. Hasta un cierto punto, eso funciona y el avión vuela más despacio. Pero existe un punto límite en que no es ya posible mantenerse en vuelo. Con baja rotación del motor es posible cuanto mucho, andar sobre la pista, pero solamente ésto.

La investigación científica exige un gran vector crítico mínimo. La eficiencia en la investigación no es perfectamente proporcional al esfuerzo realizado. El científico que posee tiempo insuficiente puede conseguir correr en pistas bastantes buenas, más tendrá gran dificultad en decolar —realizando algo realmente nuevo y original—. Por otro lado, una vez que él ganó velocidad, él se encontrará en territorio nuevo y desconocido. Uno de los modos más eficaces de ganar velocidad es hacer parte de un equipo.

Al contrario de lo que muchos piensan hacer parte de un equipo no significa perder su objetivo e iniciativa personal, o el éxito y reconocimiento individual. Lo que un equipo tiene de ventajoso son sus bases (background) experiencia y auxilio mutuo reunidos. Esa base constituye un punto de partida para cualquier proyecto individual.

En último análisis, la razón de no conseguir alcanzar los niveles de excelencia, a pesar de las grandes potencialidades, es en muchos casos la circunstancia de que los responsables, para la organización de la vida de los científicos les roban mucho tiempo.

Todo eso conduce a una pregunta mayor de si nuestras universidades, hoy en día, hacen todo lo que deberían hacer para formar los centros de alto nivel científico objetivos que existieron como indispensables una generación atrás. En muchas universidades americanas eso es de frecuente discusión, y es significativo que el actual Secretario de Salud, Educación y Bienestar de los Estados Unidos, John Gardner (10) (anteriormente Presidente de la Fundación Carnegie para el progreso de la enseñanza), ha escrito un libro provocador titulado "Excelencia", con subtítulo, "¿Podemos nosotros también ser excelentes?" No estoy seguro si nuestros principales financiadores, la University Grant Committee, en particular la tesorería, dan suficiente importancia y dinero a la formación de centros de alto nivel en las universidades; el hecho es de que en ciencia, la investigación y la docencia caminan paralelamente y que en esta era de la ciencia el cultivo de la excelencia en la investigación científica no es un ejercicio académico sino una fuerza económica y política.

Mis apreciaciones son naturalmente influenciadas por mi experiencia personal en Oxford, donde, con bandera de igualdad y democracia, las circunstancias actúan poderosamente contra el desenvolvimiento de la excelencia en la investigación científica. En pocas esferas de la vida de este país creo que tenemos una situación de gran igualdad y poca promoción de buena calidad. En Oxford muchos de los exce-

lentes jóvenes no hacen colaboración a la investigación científica, simplemente porque no tienen tiempo. Gran número de científicos prometedores de buena calidad dejaron a Oxford. Eso probablemente benefició a otras universidades inglesas si ellas se muestran más comprensivas o capaces de ayudarles más.

A menos que en nuestra universidad estemos conscientes de estos problemas y luchemos continuamente por el mantenimiento de los altos patrones, nosotros estaremos sujetos a retroceso. Este es un asunto de responsabilidad general a todo el personal de la universidad.

NOTAS

- (1) Warburg, O. Annual Rev. Biochem., 33,1 (1964).
- (2) v. Liebig J. quoted by Volhard, J. Justus von Liebig, vol. 2, 9, 421 (Leipzig, 1909).
- (3) von Dechend Hertha in Justus von Liebig (Verlag Chemie, Weinheim/Berstr. 1965).
- (4) Kekulé, A. Ber Chem Ges, 23, 1381 (1899).
- (5) Monod, J. Science, 154, 475 (1966).
- (6) Loew, O. Annual Rev. Physical, 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, London, 1967).
- (10) Gardner, J. W. Excellence (Harper, New York, 1961).