

Investigación científica y docencia universitaria. El eslabón perdido



Edificio de la administración del Instituto Karolinska en el que se reúnen los miembros del comité Nobel para decidir quiénes serán los laureados del año en curso. Foto del autor

Miguel Ángel Álvarez González

RESUMEN: La ciencia contemporánea constituye una de las fuerzas productivas clave para el desarrollo social, pero está más limitada por falta de personal con calificación científica y habilidades de investigación que por recursos tecnológicos. Un científico profesional debe dominar habilidades paralelas al propio dominio de la carrera que constituyen un oficio en sí mismo y por ello este proceso de aprendizaje no debe dejarse a la espontaneidad. Las universidades forman profesionales, pero no existe una carrera de científico. Este artículo analiza algunas de las causas de ese desencuentro y sugiere algunas alternativas para mejorar la comunicación entre los científicos y los profesores universitarios.

PALABRAS CLAVE: Ciencia, investigación, formación académica

Scientific Research and University Teaching. The Missing Link

ABSTRACT: The contemporary science in one of the key forces of social development but is more hampered by lack of qualified personnel than by technological resources. The professional scientists must domain certain skills parallels to their specific specialties that constitute a proper craft. Therefore, this additional learning should not be leaved to spontaneity. Universities produce specialists but there is not a scientist as a career. This paper analyzes some of the causes of this problem as well as suggest some alternatives to improve the communication between scientist and university professors

KEYWORDS: Science, research, scientific formation

DEL REINO DE ESTE MUNDO

RECIBIDO: 15 de diciembre de 2017 APROBADO: 12 de enero de 2018

Temática: Ciencia y educación superior

Introducción

La mayor riqueza de una nación es el potencial intelectual de sus ciudadanos. El desarrollo científico constituye probablemente la mayor fuente de soluciones para encarar los problemas crecientes de energía, contaminación y otras complejidades. Pero si bien las universidades forman los profesionales destinados a la ciencia, hay un vacío académico porque no existen programas formales de pregrado destinados a la formación del científico que sean independientes de la disciplina de que se gradúe. La práctica científica actualmente es un oficio, pero se deja a la espontaneidad del alumno o recién graduado, o al azar de ser ubicado en un centro de investigaciones. Una consecuencia más importante es que se pierden científicos potenciales al nunca haber sido identificados al entrar en el mundo universitario.

La práctica científica actual es un oficio, altamente calificado, pero oficio al fin. Por ello debe incorporarse su enseñanza de forma protocolizada en los centros docentes universitarios. Este breve trabajo pretende analizar las causas de esta carencia pedagógica y sugerir algunas alternativas para su enmienda.

Los mitos

Probablemente una de las razones por las cuales este es un problema no resuelto es la existencia arraigada de mitos sobre la ciencia. Estos mitos constituyen una barrera para alcanzar soluciones.

Los medios masivos, el cine y la literatura presentan estereotipos sociales distorsionados sobre la investigación científica que construyen un imaginario popular sobre esta actividad muy diferente de la realidad. Algunos de ellos son:

1. El científico es un ser creativo, aislado y solitario que lucha para defender sus teorías. Si bien es cierto que es necesaria una dosis mínima de ese término tan mal definido que es la *creatividad*, se trabaja siempre en equipo, todos se conocen, y las teorías no se defienden, sino que se contrastan y cambian.
2. La ciencia es una actividad emocionalmente fría y por consiguiente poco motivante. Todo lo contrario, pues transcurre continuamente entre extremos emocionales. Por un lado, el entusiasmo del descubrimiento, el vínculo con personas que piensan y sienten profundamente sobre áreas de interés común y con estudiantes que lo retan diariamente. Se es parte de una comunidad basada en ideales de verdad y libertad, en la cual el trabajo duro se reconoce. Pero, por otro lado, un experimento puede fallar y hacer perder años por diseño pobre o por causas desconocidas; una hipótesis puede resultar incorrecta después de años de esfuerzo; los colegas pueden disentir de la validez de nuestros resultados y se nos puede arrebatar el crédito de un descubrimiento. Estas dificultades son imposibles de evitar. Pueden desestabilizar al principiante y al profesor experimentado.
3. La ciencia puede ser valorada por el sistema de premios. En realidad, los premios no son el criterio de validez. Analícese, por ejemplo, el mito del premio Nobel como reconocimiento mundial. Este premio lo ofrece anualmente una Fundación privada sueca que determina a quién le otorga el premio consistente en un diploma, una medalla y una cifra en efectivo. Las disciplinas premiadas son las que decidió Alfred Nobel en 1895 de acuerdo a los criterios predominantes en su época (Física, Química, Fisiología o Medicina), que ya no responden a estado de la ciencia en el siglo XXI.
4. Los científicos son genios creativamente libres y están fuera de controles administrativos y sociales. Solo los científicos aficionados investigan lo que les gusta. Los profesionales lo hacen en el espíritu de la época. La ciencia es una actividad económica y social y no se ejerce en un ambiente libre de restricciones. Solo los científicos aficionados trabajan en los temas que eligen por sus preferencias personales. Los profesionales lo hacen en los que responden al *Zeitgeist* o espíritu de la época Hegeliano.

Paradoja

Hasta hace poco tiempo, las condiciones necesarias para ejercer exitosamente la ciencia eran una sólida formación en una disciplina, una alta motivación, y la posibilidad de estar en el lugar adecuado y con las condiciones necesarias. Hoy esto no es suficiente. La ciencia es un oficio que debe comenzar a edades tempranas y debe aprenderse en la edad universitaria.

Muchos problemas científicos importantes se formulan y solucionan por personas que son migrantes de una disciplina a otra, pero tienen en común el oficio. Sin embargo, en las universidades se enseñan las disciplinas específicas y no la ciencia como potenciador del desarrollo social.

Características de la ciencia contemporánea

La investigación científica contemporánea tiene como una de sus características fundamentales, el trabajo por problemas y no por disciplinas. Esto no significa la pérdida o disminución de la calificación profesional específica por la carrera elegida en la universidad, sino la necesidad de poseer las herramientas y el oficio necesario para poder participar desde la propia especialidad en proyectos conjuntos desde condiciones de igualdad [1, 2, 3].

La ciencia, como toda actividad especializada, tiene su propio oficio que se basa en las prácticas convencionales de la comunidad de investigadores. Bourdeau explica ese aspecto: *“la práctica siempre está subvalorada y poco analizada, cuando en realidad, para comprenderla, es preciso poner en juego mucha competencia técnica, mucha más, paradójicamente, que para comprender una teoría”* [4].

Estos conocimientos no pueden ser adquiridos durante la carrera por limitaciones de tiempo y porque no abundan los algoritmos para la enseñanza de aspectos tales como la elección del problema, la búsqueda de financiación de proyectos, las habilidades para publicar, la creación de equipos de investigadores bajo liderazgo científico [5] y la inserción de esta práctica en el entramado social.

Los orígenes de la ciencia contemporánea tienen demarcaciones diversas, pero el inicio de la organización



administrativa de la ciencia sí puede atribuirse a la *Royal Society* de Inglaterra, aproximadamente en el año 1660. Ya desde sus inicios, el grupo tenía sus normas de funcionamiento, se reunía una vez por semana y para evitar que las discusiones se desviaran de su propósito original, estaba prohibido hablar de asuntos tales como la religión, la política o la cotidianidad, limitándose los temas a tratar a la *Nueva Filosofía* y materias relacionadas -Medicina, Anatomía, Geometría, Navegación, Estática, Mecánica, etc.- y los experimentos. El lema adoptado por esta institución, *“Nullius in verba”* (en palabras de nadie) se refiere a la necesidad de obtener evidencias empíricas para el avance del conocimiento, en vez de recurrir al criterio de autoridad, usado por los escolásticos. [6] (Figura 1)

Figura 1. Emblema de la *Royal Society*

Una de sus funciones se relacionaba con el rol regulador de la publicación de los hallazgos de los investigadores (o filósofos naturales, como se llamaban entonces) en una revista que los legitimara. Henry Oldenburg fundador de las *Philosophical Transactions*, de periodicidad mensual, buscaba material publicable entre su extensa correspondencia con sabios europeos, y de su participación semanal en la *Royal Society*. Estos trabajos se revisaban por expertos externos y era el comienzo de lo que hoy conocemos como revisión por pares [7].

Aunque uno de sus miembros, Isaac Newton poco tiempo después formulara las leyes de la mecánica clásica, la ciencia todavía estaba en un periodo taxonómico, sin teorías que aglutinaran conceptualmente los

fenómenos observados. Contemporáneos eran los Gabinetes de Maravillas, que consistían en colecciones de objetos clasificados por lo general en cuatro categorías: *Naturalia* (criaturas y objetos naturales), *Exotica* (plantas y animales exóticos), *Scientifica* (Instrumentos) y *Artificialia* (Antigüedades, obras de arte y otros objetos creados por la mano del hombre). (Figura 2)



Figura 2. Gabinete de Curiosidades de Cornelis van der Geest, en Amberes, especializado en obras de arte y plasmado por el pintor Van Haecht, maestro de Rubens.

Desde esa época a la actualidad, la ciencia ha dejado de ser una actividad cerrada de ilustres, transformándose en una tarea económica y social muy protocolizada y de alta repercusión. Se ha superado la etapa descriptiva y se procede a la explicación de los mecanismos [8]. Sin embargo, no existe un consenso acerca de qué es la ciencia. Richard Feynman, uno de los físicos más importantes del siglo XX la describía de manera operacional en una conferencia en el Instituto Tecnológico de California en 1972:

Los científicos operan dentro un sistema diseñado para la evaluación continua donde las correcciones y nuevos resultados se anuncian en publicaciones científicas arbitradas. La tarea de sistematiza y extender la comprensión del universo se realiza mediante la eliminación de ideas desaprobadas y por la formulación de nuevas pruebas para otras hasta que emerja la explicación más probable de los fenómenos observados. Eso es lo que se llama el método científico¹.

La práctica de la investigación científica contemporánea aunque está influida por la naturaleza específica de la disciplina, por particulares, por las políticas e ideologías de las agencias financieras, y por las expectativas sociales, no obstante posee un extenso código de ética no escrito.

La administración de la ciencia actual se basa en una meritocracia que reconoce una estructura jerárquica con una ascensión gradual por un sistema de títulos. No se conocen bien los requisitos para ser un científico exitoso, pero existe un acuerdo que este debe tener además de habilidades intelectuales mínimas, una buena preparación académica, motivación, originalidad, poder analítico, atención a los detalles, independencia, capacidad para trabajar en grupo, disciplina para cumplir protocolos estrictos, curiosidad y por supuesto integridad y honestidad. Debe tener la habilidad de tener un alto grado de especialización, pero simultáneamente poder desprenderse de las características de su formación para pensar en problemas. Y esta es la habilidad menos frecuente.

Los problemas científicos, de manera esquemática pueden ser de magnitud alta, media o baja. Los de complejidad alta son problemas teóricos importantes, con probable participación de varias instituciones. Por lo general, sus resultados cambian el panorama de la ciencia, entre los que pueden mencionarse, la identificación del genoma humano, y el cambio climático, entre otros. Los de baja complejidad son problemas particulares. Ofrecen una salida de rápida aplicación o publicaciones. Corren el riesgo de ser triviales o de investigar lo que ya se sabe.

Los problemas de complejidad media constituyen el núcleo de trabajo de los científicos profesionales. Combinan una sólida base teórica con la necesidad de dar respuestas a problemas de aplicación generalizada o al descubrimiento de leyes o procesos particulares. No es casual que estos problemas sean los ideales para el desarrollo de tesis de doctorado, dadas las condiciones de un doctorante: tiempo definido 3 a 4 años; alta motivación del ejecutor del problema; edad óptima y presión externa (institucional y del tutor). La ciencia necesita graduados con formación científica desde la propia carrera que puedan trabajar en problemas. Son los doctorantes los motores de la ciencia.

Las universidades

El principal reto académico universitario es el conflicto entre ofrecerle al alumno la mejor formación posible en una disciplina en un tiempo limitado y prepararlo para el ejercicio de su profesión. Esto se soluciona de manera variada en cada universidad, con diversos grados de éxito. Sin embargo, este conflicto se agrava cuando el alumno es un científico potencial y la universidad no tiene en su perfil potenciar esta cualidad y mucho menos entrenarla.

Al estudiante se les hace aprobar cursos de metodología de la investigación que son impartidos por profesores que rara vez son investigadores. Además no se puede investigar a partir de cursos de metodología porque la investigación científica depende de tres elementos: teoría, metodología y oficio. El oficio solo puede ser aprendido en el laboratorio o en el campo, con el investigador, que no necesariamente es el profesor.

La carencia es recíproca. Las tesis de especialidad y las tesis de doctorado que frecuentemente se realizan en las facultades universitarias responden a las asignaturas que imparte el tutor profesor y de esta manera se completa un ciclo endogámico es decir, dentro de una misma familia, que como se conoce en biología, tiene una evolución desfavorable. Tampoco los científicos han sido capaces de destacar sus necesidades investigativas dentro de los claustros docentes.

Se requieren profesores universitarios que no se dejen seducir por replicar la historia de sus éxitos y que tengan la madurez de abandonar el espíritu de gremio y mezclarse con otras disciplinas. Pero si esto no es posible, al menos es perentoria la formación de pensamiento y oficio científico en los estudiantes, mediante asignaturas opcionales, y para esto se necesita captar a los ingenieros, biólogos, psicólogos, arquitectos o químicos que quieran ser científicos.

Una alternativa viable, que no interfiere con las actividades docentes programadas es el entrenamiento específico a estudiantes con aptitudes para la ciencia. (Figura 3)



Figura 3. Ruta de entrenamiento del alumno aventajado.

Para ello se comienza a trabajar en la tesis de diploma desde el segundo año mediante una captación de los que refieran motivación para la investigación. Esta primera fase produce muchos falsos positivos, es decir alumnos que inicialmente se reclutan, pero abandonan rápidamente en el primer año de trabajo práctico que consiste en ayudar en la tesis a un alumno de grado superior. Se le ofrece al alumno por asignaturas opcionales, por orientación del profesor o de un investigador externo invitado, la formación en la cultura de la publicación científica, de la escrupulosidad en la recogida del dato y del trabajo anónimo de un auxiliar de investigación. En tercer año ya se le identifica una parte de un problema de complejidad media que dirige un investigador, ya sea de la propia facultad o externo. De esta colaboración con un problema real, se le dará el crédito correspondiente como coautor, cuando el investigador publique los resultados. Al llegar a la presentación de la tesis, se espera que el alumno tenga ya una publicación como coautor. Si en un aula de 70 alumnos de primer año, se captan dos para este ciclo completo, la tarea es un éxito.

Las tesis de estos alumnos seleccionados deben ser el embrión de problemas de complejidad media o incluso alta, bajo la dirección de un científico profesional. Los profesores deben mostrar madurez como para detectar al alumno con dotes potenciales y compartirlo con los científicos. Ganan todos.

Epílogo

Tendemos a subestimar el talento y la capacidad de trabajo de los jóvenes y peor aún, los calificamos de investigadores jóvenes de manera paternal, cuando está demostrado que muchos de los grandes adelantos de la ciencia se hicieron por jóvenes petulantes como James Watson de 25 años, cuando en 1953 publicó un artículo que cambió la ciencia moderna: La estructura tridimensional de doble hélice de la molécula del ADN [9]. (Figura 4)



Final version
A STRUCTURE FOR D.N.A.
James Watson & Francis Crick

We wish to suggest a structure for deoxyribonucleic acid (D.N.A.). This structure has novel features which are of considerable biological interest.

A structure for nucleic acid has already been proposed by Pauling and Corey.¹ They kindly made their manuscript available to us in advance of publication. Their model consists of three intertwined chains, with the phosphates near the fibre axis, and the bases on the outside. In our opinion this structure is unsatisfactory for two reasons:

1. We believe that the material which gives the X-ray diagram is the salt, not the free acid. Without the acidic hydrogen atoms it is not clear what forces would hold the structure together, especially as the negatively charged phosphates near the axis will repel each other.
2. Some of the van der Waals distances appear to be too small.

Another three-chain structure has recently been suggested by Fraser.² In his model the phosphates are on the outside, and the bases on the inside. ~~There are no hydrogen bonds~~ linked together by hydrogen bonds. This structure as described is ~~not~~ ill-defined, and for this reason we shall not comment on it.

We wish to put forward a radically different structure for the salt of deoxyphosphate nucleic acid. This structure has ~~the~~ helical chains each coiled round the same axis (see figure). We have made the usual chemical assumptions, namely that each chain consists of phosphate di-ester groups joining β -D-deoxyribo-

Figura 4. Watson (figura de la izquierda) y facsímil del borrador final del artículo enviado a la revista *Nature*

Pero esto trasciende la capacidad del profesor de una facultad, lleno de trabajo administrativo y la del investigador, apurado por publicar en revistas de alto impacto. Es necesaria una macrovisión de las autoridades universitarias para crear el clima moral y organizativo que haga florecer la ciencia que eventualmente, tendrá su efecto en la economía y la cultura social.

Referencias bibliográficas

- [1] Nagel E. La estructura de la ciencia. Barcelona: Paidós; 2006.
- [2] Álvarez M. Datos blandos para ciencias duras. Madrid: Eos; 2016.
- [3] Bunge M. La ciencia su método y filosofía. Buenos Aires: Sudamericana; 1997.
- [4] Bourdieu P. El oficio del científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad. Barcelona: Anagrama; 2003.
- [5] Kapitza P. Experimento, teoría y práctica. Moscú: Mir; 1985
- [6] Ochs K. The Royal Society of London's History of Trades Programme: An Early Episode. Notes and Records of the Royal Society of London. 39(2): 129-158,
- [7] Spier H. The history of the peer-review process. TRENDS in Biotechnology. 2012;20(8):357-8.
- [8] Bunge M. How Does It Work?: The Search for Explanatory Mechanisms. Philosophy of the Social Sciences. 2004;34(2):182-210.
- [9] Watson JD. The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA. New York: Atheneum; 1968



Miguel Ángel Álvarez González

Doctor en Ciencias Psicológicas, Profesor Titular del Instituto Superior de Diseño, Universidad de la Habana, Investigador Titular del Instituto de Neurología y Neurocirugía, Cuba. Investigador Invitado de la Universidad Complutense de Madrid. E-mail: exxpadero@yahoo.com



[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/). (CC BY-NC-ND 3.0).

¹ Richard Feynman Lectures free to read: <http://www.feynmanlectures.caltech.edu>