



# Formación científica e investigación profesional

Carlos Gancedo

*Una buena formación no se entiende sin una continua referencia a la investigación: dependiendo de la etapa formativa en la que se encuentra un estudiante, ésta será distinta en cuanto a contenido, pero no en lo que atañe a su importancia intelectual y metodológica.*

El estudiante que llega a la universidad debería tener claro que el conocimiento científico está basado en la investigación, que la ciencia avanza mediante un esfuerzo sistemático para aumentar el conocimiento y que ese proceso es la base de todo avance científico. Sin embargo, considera a menudo que el método científico y la investigación están desconectados de lo que será su labor profesional y su cultivo está reservado a unos cuantos ¿afortunados? ¿extravagantes? ¿superdotados? Esta idea equivocada puede tener su origen en cierto tipo de enseñanza de los primeros conceptos científicos, continuada a veces en las aulas universitarias. En la convicción –acertada– de que la mayoría de los estudiantes no van a ser investigadores «profesionales» se ha tendido a poner énfasis en la presentación de un gran número de conocimientos juzgados imprescindibles para la vida profesional (cualquier cosa que sea esto), olvidando mostrar el camino seguido para su obtención. Sin embargo, no puede haber una buena formación sin una continua referencia a la investigación. Está claro que dependiendo de la etapa formativa en la que el estudiante se encuentre, las referencias a la

investigación serán distintas en cuanto a contenido, pero no en cuanto a su importancia intelectual y metodológica. Sin necesidad de convertir cada materia en un estudio de su desarrollo histórico es posible presentar cualquier gran capítulo de la bioquímica y de la biotecnología situándolo en el contexto científico en el que las preguntas que lo iniciaron surgieron. Es importante saber cómo surgieron preguntas que llevaron a ciertas respuestas: ¿cómo surgió el conocimiento sobre los enzimas de restricción? ¿A qué situación responde el símil de llave-cerradura y la especificidad enzimática? ¿Dónde está el inicio conceptual de las cascadas de quinasas que encontramos a cada paso en determinadas publicaciones? ¿Por qué se persiguió durante tanto tiempo el intermedio rico en energía en la fosforilación oxidativa?

Escribía André Lwoff que «para muchos jóvenes científicos, el futuro es más importante que el pasado y la historia de la ciencia empieza mañana... Sin embargo, es interesante saber cómo se descubrieron nuevos fenómenos, cómo nacieron los problemas, cómo se atacaron y resolvieron, y cómo y por qué nuestras ideas han evolucionado. No se debe infravalorar

el peligro de lanzar a jóvenes científicos entusiastas en un macizo de datos seleccionados y de ideas totalmente florecientes».<sup>1</sup> Considerar el camino de las ideas enseña a plantearse nuevas preguntas y a desarrollar estrategias intelectuales para su abordaje. La disciplina mental que proporciona la investigación de un problema es un requisito básico para una buena preparación profesional. El aprender a elaborar hipótesis experimentalmente contradecibles (falsables), es decir a *planear experimentos predictivos*, la interiorización del concepto de control, el juicio cuantitativo, es algo de vital importancia cuyo ejercicio trasciende su mera aplicación a un problema científico y puede cambiar hábitos mentales, incluso en el juicio de acontecimientos de la vida diaria.

Estamos asistiendo a un cambio en los modos de enseñar provocado por diversas causas: acceso fácil a nuevas fuentes de información, incremento de los conocimientos sobre la manera de aprender, homogeneización del espacio universitario europeo, etc. Aparte de una inevitable hojarasca verbal que el viento del tiempo barrerá, los nuevos acercamientos a la enseñanza intentan poner más énfasis en

la investigación personal del estudiante en el trabajo discente. En la última Feria del Libro de Frankfurt hubo algunos eventos que indican el interés por incorporar la investigación a la enseñanza incluso en etapas tempranas; uno de ellos, titulado «Aprender investigando en la escuela», defendía la idea de que quien investiga ya en la escuela tendrá mejores posibilidades en los futuros estudios y en la profesión que quien no lo hace. Todo esto es cierto y muy positivo. Simultáneamente se asiste a una crítica sin reservas hacia la clase usual, la del profesor que expone, a la que se tilda de unidireccional y en la que —se dice— el estudiante es sólo un receptor pasivo. La realidad es que ni todo lo anterior es malo, ni todo lo nuevo es maravilloso. Personalmente dudo de que búsquedas en la red puedan llegar a transmitir la perspectiva que un experto docente puede exponer en una clase bien preparada. Parece que el primer caso de declaración de sentido único de una calle en Londres fue en Albermale Street, motivado por la necesidad de ordenar el tráfico de las multitudes que acudían a las conferencias de Humphrey Davy en la Royal Society;<sup>2</sup> es dudoso que lo que él transmitía pueda encontrarse en una fría búsqueda de internet. Sin echar vino nuevo en odres viejos, intentemos utilizar el procedimiento de las soleras para lograr un buen producto. El profesor entusiasta es un despertador de vocaciones, numerosas biografías de científicos atestiguan del valor que la actitud de determinados profesores puede tener para el estudiante interesado.

### ► La tesis doctoral. ¿Todos *cum laude*? Y después, ¿qué?

De vez en cuando algún estudiante decide dedicarse a la investigación. Se trata de una decisión de mayor cuantía que a veces se toma sin la adecuada meditación, sin elementos de juicio suficientes. De nuevo, el profesor puede jugar aquí un papel importante, aconsejando y ponderando una serie de elementos que el estudiante puede no haber considerado. Me parece interesante a este respecto un párrafo de una carta de Robert Oppenheimer a su hermano Frank a propósito de la intención de este último de dedicarse a la física: «(...) Estoy seguro de que tienes razón al preferir la física como una ciencia para estudiar y aprender, pero la preferirías como una ciencia en la que trabajar, ¿como una vocación?... no planees ahora «hacerla», no adoptes [todavía] la

investigación física como una vocación. Para tomar esta decisión debes conocer más de las otras ciencias y sobre todo mucho más de la física».<sup>3</sup> Por tanto, examen cuidadoso y meditado de la decisión.

El trabajo de tesis es el primer trabajo importante de investigación del estudiante y debería servir para que se sumergiese y probase sus capacidades en el día a día de la investigación, una actividad absorbente y que implica una dedicación total. W.A. Johnson, coautor con Krebs del artículo en el que se postuló el ciclo de los ácidos tricarbónicos, relata dos advertencias que éste le hizo al empezar a trabajar en su laboratorio. Una era: «El laboratorio comienza a las nueve en punto y termina cuando su experimento termine, pero además es necesario analizar los resultados y preparar el protocolo para el día siguiente. Y aunque se quede hasta media noche, el trabajo empieza a las

de su tesis. Ningún científico puede creer que estadísticamente todos los estudiantes que defienden su tesis doctoral merezcan la máxima calificación; un sistema que permite eso es injusto y penaliza a los que de verdad la merecen. Es tarea de los miembros de los tribunales acabar con esta injusticia; la calificación de la tesis debería ser tal que tuviese un valor real en el currículo profesional.

El período de la tesis doctoral tiene que ofrecer la posibilidad no sólo de formarse en bioquímica y biotecnología, sino también la de contemplar salidas profesionales futuras. ¿Qué espera al nuevo doctor? La verdad es que se le abre un período de incertidumbre laboral. Si elige la vía de la investigación básica tendrá que realizar *el post-doc*, una etapa que está convirtiéndose a menudo en un largo periplo por distintos laboratorios, con las consecuencias en la vida personal que ello

### «En el desarrollo de una investigación aplicada pueden hacerse patentes lagunas de conocimiento que necesariamente llevan a preguntas básicas cuya respuesta habrá que buscar.»

nueve en punto». Y la otra: «... es necesario estar al corriente de las publicaciones, pero si le veo en la biblioteca, pensaré que está perdiendo el tiempo».<sup>4</sup> Durante la tesis se dará cuenta de que «la vida de un biólogo experimental implica estar pendiente de pequeños y, a menudo, monótonos detalles en interminables y frustrantes experimentos que no salen; pero las recompensas, aunque escasas, son enormes. De repente —y qué estimulante es cuando sucede!—, algo va bien y proporciona una iluminación en el funcionamiento de las cosas».<sup>5</sup> Hay que aprender a disfrutar de los resultados interesantes y a luchar contra la frustración y la desilusión cuando los experimentos no salen como esperábamos. El estudiante debe demostrar al final, en la escritura y defensa de su tesis —suya, no de su director— qué capacidades intelectuales ha adquirido durante su período de formación, y la calidad de su trabajo y de su formación debería reflejarse en la calificación

puede comportar. Un reciente estudio de la Unión Europea analiza los costos personales de esa situación en la llamada zona europea de investigación.<sup>6</sup> Si decide integrarse en la vía industrial necesitará saber acomodarse a las demandas de un sector en el que las necesidades del mercado pueden determinar el repentino abandono de ciertas líneas de trabajo y el inicio de otras más o menos relacionadas. En cualquier caso debe saber que estará sometido a examen continuo, por sí mismo, por sus colegas y por los organismos de financiación de la investigación.

En el marco de la mentalidad europea de sociedad del bienestar y estabilidad del empleo, la investigación no encaja enteramente. Y se nota una cierta desafección de los jóvenes por esta actividad. En un artículo reciente de *El País* sobre la escasez de nuevos sacerdotes, uno de ellos decía que «ser sacerdote hoy es un riesgo. Es algo que escapa a las seguridades habitua-

les y la gente quiere seguridades. Es embarcarse en una aventura que uno no sabe dónde va a terminar». <sup>7</sup> Salvando las distancias, a la carrera investigadora le sucede otro tanto y de ahí el preocupante descontento de personas interesadas en seguirla.

### ► La (posible) fructífera colaboración investigación básica-investigación industrial

La investigación aplicada no goza, en general, de la consideración adecuada en los medios académicos, sin embargo, debería reconocerse que, aparte de su importancia social en la innovación y producción de bienes de consumo, puede desempeñar un importante papel en el desarrollo de la investigación básica. Por citar un ejemplo histórico relacionado con la biotecnología, mencionaremos la carta que en 1855 el correspondiente ministro de Educación escribió al rector de la nueva Universidad de Lille a propósito de la tarea de Pasteur en ella «... que no se deje guiar exclusivamente por su amor a la ciencia. No debe perder de vista el hecho de producir resultados útiles y el de extender su influencia favorable mediante la enseñanza en las facultades; a la vez de permanecer en el más alto nivel de teoría científica, deberá adaptarse mediante la mayor aplicación posible a las necesidades prácticas del país». <sup>8</sup> Como es sabido, los estudios iniciados en Lille sobre un problema práctico condujeron a sentar las bases de la microbiología actual. Y es que en el desarrollo de una investigación aplicada pueden hacerse patentes lagunas de conocimiento que necesariamente llevan a preguntas básicas, cuya respuesta habrá que buscar. Esta búsqueda puede llevarnos por caminos distantes del problema inicial. El reconocimiento de que la investigación básica genera conocimiento aplicado es necesario también por parte de los sectores que sólo ven adecuada una investigación «con relevancia social». En el prólogo de la *Enciclopedia* de Diderot y D'Alembert podemos leer: «... Es suficiente haber encontrado alguna vez una ventaja real en ciertos conocimientos de los que —en principio— no la esperábamos para permitirnos considerar las investigaciones de pura curiosidad como productoras de utilidad en algún momento». <sup>9</sup>

La colaboración sería de las entidades públicas con la industria es una necesidad también derivada de la nueva situación económica. La presidenta y vicescanciller de la Universidad de Alberta escribía

recientemente: «Es el momento de desarrollar un nuevo contrato social entre las universidades y sus colaboradores públicos y privados; un pacto que promueva la prosecución de ciencia básica y permita el trabajo orientado a la solución de problemas». <sup>10</sup> Contratos de investigación entre la industria y los organismos públicos de investigación permitirían obtener fondos a grupos de investigación y abrirían una vía hacia su ulterior empleo en la industria a personal bien cualificado. Desde un punto de vista individual, la contribución a la solución de un problema práctico es tan gratificante como la obtención de un resultado básico; es el mismo sentimiento intelectual: ¡lo encontré! Hay que mostrar al estudiante la faceta intelectualmente estimulante de la investigación aplicada. En un momento de cambio como el actual, una serie de modelos que han servido durante mucho tiempo pueden dejar de ser válidos. En un reciente artículo publicado en *Nature* se lee que: «Científicos e ingenieros se están dando cuenta de que los modelos tradicionales de «carrera científica» están desfasados... más que dedicarse a otro tipo de cosas [el cambio], es un cambio en el concepto de la carrera. Ha comenzado la era de la «acomodabilidad de la carrera» (*career resilience*)». <sup>11</sup>

### ► Conflictos derivados de aplicaciones de la investigación. El papel de la sociedad

Los resultados de la investigación proporcionan una serie de ventajas a las sociedades capaces de utilizarlos; pero la aplicación de ciertos resultados puede producir efectos indeseados (por los investigadores) e indeseables (para la sociedad). En estos casos suele abrirse un debate en el que con frecuencia se mezclan intereses de distintos sectores que llevan a posiciones apasionadas y, a menudo, sin objetividad ante la perpleja mirada de la sociedad. Es necesario que el estudiante se habitúe desde muy pronto a formarse para participar en este tipo de debates aprendiendo a tener en cuenta que ciertos problemas entran en territorios en los que hay que considerar importantes cuestiones éticas. Los científicos pueden y deben proponer posibles soluciones, dar información honesta sobre dichas cuestiones, pero deben tener presente que no son decisivos; la decisión en determinadas cuestiones corresponde a otros estamentos de la sociedad civil.

Termino estas consideraciones sobre la formación científica de un estudiante con una recomendación a los jóvenes, tomada de otra carta de Oppenheimer a su hermano: <sup>3</sup> «Permíteme instarte a conservar una mente abierta, a cultivar un desinteresado y católico [*universal*] interés en todas las disciplinas intelectuales... de manera que no pierdas la frescura de pensamiento de la cual se deriva únicamente la vida de la mente».

### ► Agradecimientos

El trabajo en el laboratorio del autor está financiado por el proyecto BFU2007-66063-C02-01/BMC del MICIN. #

#### Carlos Gancedo

DEPARTAMENTO DE METABOLISMO  
Y SEÑALIZACIÓN CELULAR  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
BIOMÉDICAS ALBERTO SOLS  
CSIC-UAM, MADRID

### ► Bibliografía

- <sup>1</sup> Lwoff A. [Citado en Brock T.D.]. *The Emergency of Bacterial Genetics*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1990.
- <sup>2</sup> Rothwell N.J. «Show them how it's really done». *Nature* 2000; 405: 621.
- <sup>3</sup> Kimball Smith A., Weiner C. *Robert Oppenheimer. Letters and recollections*. Harvard University Press (Véanse extractos en: *The Bulletin of the Atomic Scientists* 1980; 36: 19-27).
- <sup>4</sup> Johnson W.A. «Remarks in honor of Professor Sir Hans Krebs». En: Estabrook R.W., Srere P., eds. *Current topics in cellular regulation*. Nueva York, Londres, Academic Press, 1981; 18: 551-554.
- <sup>5</sup> Bonner J.T. *Life cycles: Reflections of an evolutionary biologist*. Princeton University Press, 1993.
- <sup>6</sup> Dupont B. «The costs of mobility». *Lab Times* 2009; 6: 20-22.
- <sup>7</sup> Galán L. «¿Quién quiere ser cura?». *El País*, 13.12.2009, supl Domingo, pag. 14.
- <sup>8</sup> Barnett J.A. «A history of research on yeasts 2: Louis Pasteur and his contemporaries, 1850-1880». *Yeast* 2000; 16: 755-771. [N.E.: Las cursivas son del autor, no del original.]
- <sup>9</sup> Diderot D., D'Alembert J. *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, 1751.
- <sup>10</sup> Samarasekera I.V. «Universities need a new social contract». *Nature* 2009; 462: 160-161.
- <sup>11</sup> Fiske P. «Career resilience». *Nature* 2009; 462: 122.