

- 45 J. Elguero,
«La actitud de los científicos ante los proyectos de investigación», *CIC Network*, 2006, 0,
67-70.

La actitud de los científicos ante los proyectos de investigación

Apertura

Este artículo nunca hubiese visto la luz si mi vida profesional no estuviese regida más por la amistad que por el saber. No debería ser así, pero así es. Digámoslo claramente: a Manuel Martín-Lomas y a José María Mato deben ustedes, queridos lectores, el (dudoso) privilegio de poder leer estas páginas. Yo soy persona más de lectura-escritura que de escuchar-hablar. No escuchar a alguien que te quiere contar algo suele resultar ofensivo. Cerrar una revista por que te aburre lo que estás leyendo es práctica normal, por lo que considero un gran honor el que algunas personas lean algunas páginas de este artículo.

Voy a tratar aquí de ciertas ideas que hace mucho me acompañan. Escribir un artículo de reflexión es la oportunidad de volverlas a presentar aunque sea con otras vestiduras. Muchas provienen de lecturas, de libros que no consigo uno olvidar (a mi me ayuda a hacerlo, si los leo muchas veces). Por eso voy a volver a escribir sobre Santiago Ramón y Cajal [**Figura 1**] y Sigmund Freud [**Figura 2**]. A pesar de todo, esto no es mi profesión y me surge la duda ¿es necesario?

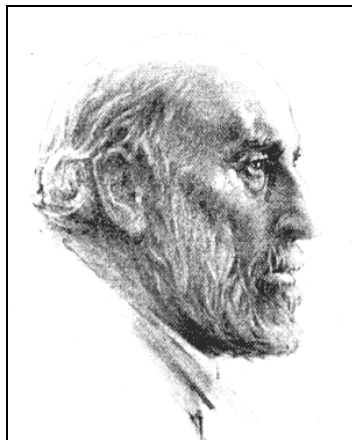


Figura 1

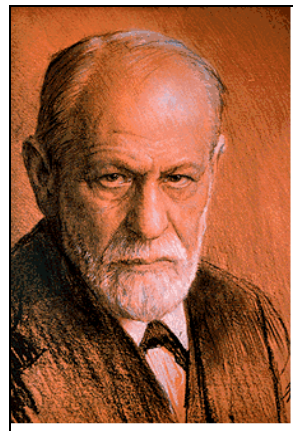


Figura 2

Tema principal

Sir Peter Medawar (1915-1987) [**Figura 3**] ha escrito que si **la política es el arte de lo posible, la ciencia es el arte de lo soluble** [**Recuadro 1**]. Como muchos aforismos su eficacia se base en suponer que todos conocen el sentido del primer término y que eso les ayuda a entender el segundo. Medawar fue un gran científico y un gran divulgador, aunque en esta cita se muestre algo conservador.



Figura 3

1. No scientist is admired for failing in the attempt to solve problems that lie beyond his competence. The most he can hope for is the kindly contempt earned by the Utopian politician. **If politics is the art of the possible, research is surely the art of the soluble**, Peter Medawar (1915-1987), Premio Nobel de Fisiología y Medicina (1960).

El segundo término, el que nos interesa hoy, advierte del peligro de enfrentarse a problemas insolubles. Es el peligro opuesto al de dedicarse a resolver problemas triviales. Un problema puede ser insoluble, no sólo por limitaciones del investigador, sino por las circunstancias (falta de medios, ausencia de un entorno favorable, retraso del conocimiento,...). Dicen que hay matemáticos que se han vuelto locos por tratar de resolver la conjetura de Goldbach. Yo, en todo caso, he conocido químicos brillantes que por enfrentarse a problemas demasiado difíciles en su momento, han acabado en la esterilidad.

Pero no hay que olvidar que también **la ciencia es el arte de lo posible**. La mayoría de los investigadores trabaja en lo que puede, no en lo que quiere. Eso me recuerda una historia divertida, de esas que bajo una apariencia risueña esconde un profundo saber [**Recuadro 2**].

2. There is a well-known story about a man who loses his key on his way home on a very dark night and is discovered searching for it underneath a lamp-post. 'You' his friend asks, 'did you lose your key here, then?' 'Sure, no' he replies, 'but it's the only bloody place I'd be able to find it, isn't it!'

Todos los científicos se han enfrentado al problema de lo soluble en su elección de los temas de investigación. Lo vamos a ilustrar con dos ejemplos: Freud (yo no dudo que se le deba clasificar entre los hombres de ciencia) y Cajal.

Cuando una persona extraordinariamente inteligente (un genio) afronta un problema que no tiene solución en su tiempo, construye magníficos edificios que se derrumban, poco después, como castillos de cartas dejando unas ruinas románticas. Tal sucede en especial cuando lo que se pretende es construir una nueva visión del mundo. Eso le pasó a Alfred Korzybski (1879-1950) con su *Semántica general y sistemas no-aristotélicos*. En cierta medida también a Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) con su *Teoría general de los sistemas*. También le ocurrió a Freud alguna de cuyas construcciones son más obras literarias que científicas (recuérdese que cuando se le propuso para el premio Nobel lo fue para el de literatura).

Frente a estos Don Quijotes están los Sancho Panzas que hacen investigación "segura". Sus edificios son tan bajos que ni el mayor terremoto los hará caer. Cuidado, no estoy diciendo que esa investigación sea inútil. La estructura piramidal de la ciencia necesita del trabajo humilde de muchos artesanos. Las citas de los premios Nobel no sólo son a otros premios Nobel, sino también a modestos olvidados.

Cajal en su incesantemente citado *Los tónicos de la voluntad (Reglas y consejos sobre la investigación científica)* trata de lo que él llama *Los teorizantes*. Se pueden leer como una crítica a Freud: «He aquí sus síntomas culminantes: talento de exposición, imaginación creadora e inquieta; desvío del laboratorio y antipatía invencible hacia la ciencia concreta y los hechos menudos (...). Prefieren el libro a la monografía y las hipótesis brillantes y audaces a las concepciones clásicas, pero sólidas (...)». Como se ha escrito: «Debemos señalar que no confiaba en la eficacia del diagnóstico para la corrección de los profesores maduros. Los consejos los dirige a los jóvenes que todavía pueden corregirse» citando un texto de Cajal: «Entristece pensar que, a cierta edad, el mecanismo pensante está definitivamente construido. Ya no enseñan ni educan las nuevas lecturas». Recíprocamente, Cajal era muy reacio a las generalizaciones. Comenta Castilla del Pino: «Contrasta sobremanera, en este orden de cosas, sus innumerables observaciones de hechos con las escasas derivaciones incluso fisiológicas, y no hablemos cuando éstas aluden a los procesos nerviosos del cortex». En eso Cajal es fiel al consejo de Sherlock Holmes [**Recuadro 3**].

3. It is a capital mistake to theorize before one has data. Insensibly one begins to twist facts to suit theories, instead of theories to suit facts.

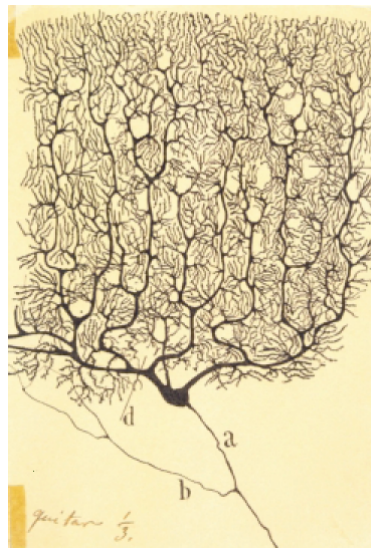


Figura 4

Sin embargo cuando se admiran los extraordinarios dibujos de Cajal [**Figura 4**] uno no puede evitar pensar que Cajal sabía lo que debía ver. No inventaba nada. Lo que dibujaba allí estaba. Pero lo que elegía dibujar se lo dictaba su cerebro. Es como esos pintores abstractos que pintan aleatoriamente, arrojando botes de pintura sobre el lienzo, pero que luego pasan mucho tiempo eligiendo un cuadro entre cien y tiran los noventa y nueve restantes. Su arte no está en el pintar sino en la elección.

Para un público de lectores de la revista *CIC Network* explicarles la relación entre Cajal y las neurociencias resultaría ofensivo. No hace mucho ha tenido lugar en estas tierras el ciclo "1906-2006: Ramón y Cajal. Un siglo de Nobel", organizado por la Fundación BBVA y CIC bioGUNE.

Sin duda mucho menos conocido es que Freud empezó su carrera de investigador muy próximo a Cajal en tema, metodología y perspectivas. Cita este último a Freud en *Historia de mi labor científica*: «En la región de la columna de Clarke, la citada figura 5 ofrece, en consonancia con un parecer muy generalizado (Freud, Edinger, Schiefferdecker, Lenhossékk, etc.), ciertos corpúsculos...». En 1876, siendo estudiante de tercer curso, Freud tiene veinte años (Cajal veinticuatro), el Profesor Carl Claus, director del Instituto de Anatomía Comparada, le propone

como tema de trabajo el estudio de las anguilas macho adultas, hasta entonces desconocidas. Freud disecó más de cuatrocientas anguilas y encontró evidencia de los testículos inmaduros (órganos de Syrski) en muchas de ellas. El curso siguiente trabaja con el alemán Ernst Brücke, director del Laboratorio de Fisiología. El tema de trabajo que éste le indica está relacionado con el descubrimiento de una curiosa célula de grandes dimensiones en la cuerda espinal de las larvas *ammocoetes* de un pez, el *Petromyzon marinus* (lamprea de mar). Brücke desea que Freud clarifique la histología de dichas células (llamadas de Reissner), lo que éste consigue brillantemente, dando lugar a una publicación común de 86 páginas en el *Bulletin* de la Academia de Ciencias en agosto de 1878. De 1879 a 1881 trabaja en las células nerviosas del cangrejo de río, alcanzando una concepción neuronal que se aproxima a la de Cajal. Finalmente, en su obra publicada en francés en 1893, pero elaborada entre 1888 y 1893, *Algunas consideraciones con miras a un estudio comparativo de las parálisis motrices orgánicas e histéricas*, Freud escribe: «La nueva histología del sistema nervioso, fundada en los trabajos de Golgi, Ramón y Cajal, Kölliker, etc.» Recordemos que Cajal llamó a 1888 «mi año cumbre».

En lo que a la química se refiere, Freud pasó un año en el laboratorio de Ludwig trabajando sin éxito en el análisis de gases. De todos modos, le quedó una cierta cultura química que aflora en sus escritos; por ejemplo, en el llamado *Sueño de la inyección de Irma*. Existe un documento que refleja el estado de ánimo de un hombre que no está motivado por la química experimental. En una carta del 27 de junio de 1882 a su novia Martha Bernays escribe: «Delante de mí, en mi aparato, algo hierve y se forman burbujas de gas, y me tengo que ocupar de ello. Los dos tercios de la química consisten en esperar: la existencia probablemente también».

En cuanto a Cajal, aparte de sus emocionados recuerdos de su primer profesor de química y luego amigo, don Bruno Solano, lo más notable es la extraordinaria importancia que tienen los métodos de tinción en su obra. Dicha importancia no sólo se refleja en sus obras científicas, sino en sus memorias, donde sorprende el detalle y el número de veces con que estos descubrimientos se describen.

Por una extraña coincidencia Freud estaba muy orgulloso y al mismo tiempo frustrado, porque su descubrimiento de un nuevo método de tinción no había tenido la repercusión que él anhelaba. Jones cuenta que en 1877 Freud modificó la fórmula de Reichert, una mezcla de ácido nítrico y glicerina, para su estudio del *Petromyzon*. Poco años después, en 1884, descubrió el método al cloruro de oro para teñir el tejido nervioso, pero el método no se usó fuera del Instituto vienés. Se trata de un procedimiento de tinción nuevo para las vías nerviosas que publica en tres revistas y que se encuentra recogido en la segunda edición de la Enciclopedia de Paul Ehrlich. Los tejidos son preparados mediante una fijación. Freud usa la solución de Erlicki que contiene bicromato de potasio. Endurecida y seccionada en cortes finos, la preparación es coloreada con una solución de cloruro de oro y seguidamente con una solución de yoduro de potasio. Escribe Cajal: «El refuerzo y virado mediante el cloruro de oro es hoy corrientemente empleado en las impregnaciones argénticas (método de Bielschowsky y sus variantes), nitrato de plata reducido, procederes de Achúcarro, Río Hortega, De Fano, etc.). **Todo el mundo ignora quién fue el primero en aconsejar este perfeccionamiento tintorial**». Estamos frente a otra de las encrucijadas entre nuestros dos modelos, además, poco después de la frase citada, Cajal habla de Theodor Meynert, que fue profesor y amigo de Freud.

Contratema

A todos nos gustan los aforismos porque nos dan la sensación de mucha sabiduría en muy poco espacio; de que se puede aprender mucho con poco esfuerzo. Diga lo que diga Wagensberg [Recuadro 4] cuando escribe «Sigo pensando que una idea buena que no cabe en veinte palabras, pues no es una idea tan buena...», yo creo que hay más información es un difícil texto de Husserl

que en un aforismo de Lichtenberg. Quizás porque yo sea incapaz de crear bellos aforismos cuando escribo.

4. Santiago Ramón y Cajal y Camillo Golgi dibujaron la neurona, pero sólo el boceto de Cajal incluye las **espinas neuronales**: la diferencia entre un genio y un mero premio Nobel. ... Lo improbable asombra a todo el mundo, lo cotidiano sólo al genio, Jorge Wagensberg (1948).

Debemos hacer mención aquí al *Proyecto de una psicología para neurólogos* [escrito en 1895 aunque publicado póstumamente en 1950]. Es un magnífico ejemplo de fracaso por exceso de ambición o por falta de información (Charles Sherrington introduce la noción de sinapsis en 1900). Freud era consciente de ello cuando escribió algo después «La investigación científica ha demostrado irrefutablemente que la actividad psíquica está vinculada a la función del cerebro más que a la de ningún otro órgano. La comprobación de la desigual importancia que tienen las distintas partes del cerebro y de sus relaciones particulares con determinadas partes del cuerpo y con determinadas actividades psíquicas nos lleva un paso más adelante, aunque no podríamos decir si este paso es grande. Pero todos los intentos realizados para deducir de estos hechos una localización de los procesos psíquicos, es decir, todos los intentos de concebir las ideas como almacenadas en las células nerviosas y las excitaciones como siguiendo el curso de las fibras nerviosas, han fracasado por completo». La lectura del Proyecto es fascinante: es como ver a alguien desde el aire perdido en un laberinto [Figura 5] tratando de buscar la salida y fracasando. Pero en esa búsqueda, lleno de intuiciones cercanas a la verdad, hay más grandeza que en muchos triunfos. Reconociendo que no podía estudiar con éxito el cerebro, Freud decidió estudiar la mente.

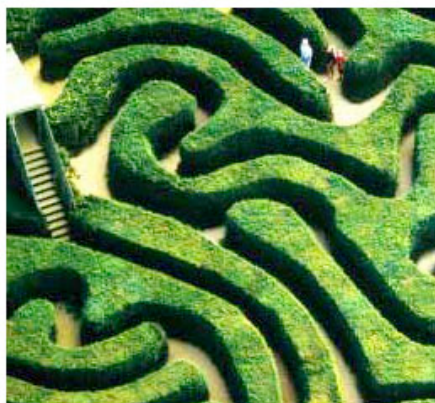


Figura 5

Imaginemos que alguien en el País Vasco presenta un proyecto de investigación para obtener financiación. El tema es **El origen de la vida** (vida es información auto-replicante). Si hubo vida en la Tierra desde hace 3.500 millones de años, hubo DNA desde entonces. ¿Como se formó a partir de moléculas sencillas? ¿Quien se formó primero las proteínas o el DNA (el clásico problema del huevo y la gallina)? ¿Hubo durante muchos millones de años sólo DNA sin proteínas (huevo y gallina a la vez)? ¿O fue, como se piensa hoy, el RNA?

Imaginemos por un momento que algún lector de este *CIC Network* forme parte en un futuro próximo de una comisión de evaluación ¿Debería financiar tal proyecto? Por un lado, un nombre de aquí entre tanto científico ilustre, Thomas Cech, Paul Davies, John Maynard Smith, Malcolm Walter, Bill Schopf, Gustaf Arrhenius, Karl Stetter, Tom Gold, Francis Crick, Stanley Miller, Leslie Orgel, Freeman Dyson, Graham Cairns-Smith, no estaría mal. Por otro, es fácil que no acabe en nada.

Toda persona medianamente cultivada conoce la historia de la síntesis de la urea por Wohler (1828): se podía sintetizar materia orgánica a partir de materia inorgánica: urea (un componente mayor de la orina de los mamíferos) a partir de cianato amónico, debilitando mucho la hipótesis vitalista, hoy día olvidada. Un paso más lo constituyen los experimentos de Urey-Miller de síntesis de aminoácidos a partir de gases sencillos, agua y descargas eléctricas (hoy han perdido gran parte de su relevancia). El próximo objetivo es crear algo vivo (natural [Recuadro 5] o artificial). Eso no explicaría como apareció la vida sobre la Tierra (o sobre Marte).

5. La posibilidad de usar virus (plásmidos, transposones) como modelos de seres vivos no debe ser descartada. La fabricación en el laboratorio de un virus nuevo patógeno para una bacteria sería un avance extraordinario independientemente de que se piense que un virus no es un ser vivo.

Los científicos de nanociencias usan las dos estrategias: "top-down" y "bottom-up". En lo que al origen de la vida se refiere, la primera sería algo así como cortar el RNA en fragmentos hasta que pierda sus propiedades y la segunda sería sintetizar partes de RNA de talla creciente hasta que aparezcan su actividad biológica. Es posible que la frontera entre vida y no vida no sea una línea sino una ancha banda difusa.

Las tres grandes divisiones son entre lo clásico y lo cuántico, entre vivo e inerte, y entre inteligencia y animal. Es posible que ninguna de las tres tenga frontera [Recuadro 6] sino que se pase gradualmente de uno a otro, pero no con una pendiente uno, algo más parecido a una sigmoide.

6. La pregunta sobre la frontera entre la Física Clásica y Cuántica es una pregunta abierta. La mayoría de los Físicos Cuánticos pensamos que no hay frontera pero hay gente muy prominente, como el Premio Nobel A. Leggett, que piensan que sí existe. En caso de no existir, la razón por la cual no vemos superposiciones en el mundo macroscópico es la decoherencia. En dos palabras: si un sistema no está aislado, las interacciones con el entorno destruyen todas las coherencias (superposiciones) y, por tanto, no las vemos. Así que uno de los retos mayores de nuestros colegas experimentales es intentar crear superposiciones de los objetos mayores posibles para ver si la Física Cuántica todavía sobrevive o, por el contrario, necesitamos una nueva teoría, Ignacio Cirac (1965), Premio Príncipe de Asturias, 2006.

Coda

¿Quien no ha leído en inglés *Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid* o en español *Un eterno y grácil bucle* de Douglas R. Hofstadter? Aunque escrito en 1979, si no lo han leído, háganlo. En verdad, yo habría traducido *braid* por *trenza* por los tres personajes del título (el libro se conoce entre sus "fans" como *GEB*).

Creo que oponer a Cajal y a Freud para destruir al segundo (Cajal es intocable) no es una actitud constructiva. El futuro es trenzar un estructura dorada de tres hebras (¡como Pauling creyó que era el ADN! la belleza no es siempre criterio de verdad [Recuadro 7]) con las aportaciones de Freud, de Cajal y de un tercer genio que alcance el sueño de Freud: *Una psicología científica*. Quizás, por qué no, alguien del CIC (Biogune, Biomagune, Microgune,...), pues sólo de la fusión de las inteligencias creadoras de biólogos, químicos y físicos puede salir la próxima revolución.

7. Since Einstein's time, we have learned to distrust this sort of aesthetic criterion. ... Everything that is not forbidden is compulsory. ... Occam's razor is a fine tool, but it should be applied to principles, not equations. ... It seems that scientists are often attracted to beautiful theories in the way that insects are attracted to flowers—not by logical deduction, but by something like a sense of smell, Steven Weinberg (1933), Premio Nobel de Física, 1979.

La realidad no tiene la menor obligación de ser interesante, en *La muerte y la brújula*, Jorge Luis Borges (1899-1986)

Como escribió Beethoven en su último Cuarteto para cuerdas (No. 16 en Fa Mayor, op. 135), a propósito de aceptar una invitación arriesgada, «Muss es sein? Es muss sein! Es muss sein!».

José Elguero, Madrid, Junio de 2006.