

JOAQUÍN M. FUSTER

# El telar mágico de la mente

Mi vida  
en neurociencia

PRÓLOGO DE JOSÉ ANTONIO MARINA

*Ariel*



JOAQUÍN M. FUSTER

# El telar mágico de la mente

Mi vida en neurociencia

Prólogo de José Antonio Marina

*Ariel*

Primera edición: octubre de 2020

© 2020, Joaquín M. Fuster  
© 2020, Mauricio J. Restrepo, por el diseño de interior

Derechos exclusivos de edición en español:  
© Editorial Planeta, S. A.  
Avda. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona  
Editorial Ariel es un sello editorial de Planeta, S. A.  
[www.ariel.es](http://www.ariel.es)

Se han realizado todos los esfuerzos para localizar y obtener la autorización de los propietarios de los derechos de las imágenes. La editorial hace constar su compromiso para subsanar cualquier error u omisión en futuras ediciones.

ISBN: 978-84-344-3297-0  
Depósito legal: B. 14.969-2020

Impreso en España

El papel utilizado para la impresión de este libro está calificado como papel ecológico y procede de bosques gestionados de manera sostenible.

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con CEDRO a través de la web [www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com) o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

# Niño feliz mientras España sufre

## Mi infancia en Pedralbes

**E**mpezó antes del amanecer con un ronroneo distante. Me despertó como a la madre un sollozo o al marinero un motor que se detiene. Salí de la cama de un brinco y me apresuré, descalzo, a abrir la ventana de mi cuarto en el desván. De puntillas y apoyando mis codos sobre el marco de la ventana, el aire fresco acarició mi rostro soñoliento. Ante mí, el panorama de Barcelona entera se extendía desde las colinas de Pedralbes hasta el mar. Las sirenas sonaban a lo lejos y los faros reflectores barrían el horizonte. De repente, comenzaron los fuegos artificiales: los tanques de petróleo gigantes de la Campsa, alineados junto al litoral, explotaron uno tras otro, lanzando enormes llamas al aire contra el cielo del este que empezaba a clarear. Desde mi atalaya vi otras explosiones en el centro de la ciudad.

Cuando terminó el espectáculo, eché un vistazo a la copa de la morera del jardín en la que sabía que había un nido de gorriones. Después de mi magro desayuno —mi madre no tenía para más— me encaramaría para ver si habían salido los pajaritos del huevo. Antes de bajar del árbol cogería unas hojas para alimentar a mis gusanos de seda en la caja de zapatos con agujeros en la tapa. No sabía que una bomba había caído en el piso que estaba al lado del de mis abuelos.

En marzo de 1938, yo tenía siete años, el bombardeo de Barcelona se repitió varias veces. Aviones alemanes Heinkel con insignias españolas y pilotos italianos venían de Mallorca, territorio nacional, para sembrar terror y destrucción en nuestra ciudad. A excepción de los depósitos de petróleo —mi deleite—, no atacaron ningún objetivo de importancia militar. Era una *reprise* de lo que habían hecho el año anterior en la aldea vasca de Guernica. En todo caso, Barcelona era con mucho la ciudad más industrial e industriosa de la República española.

Poco después del levantamiento nacional de Franco del 18 de julio de 1936, mi familia se había trasladado al suburbio de Pedralbes, al pie del cerro de Collserola que de norte a sur abraza a Barcelona contra el mar. El traslado fue en buena parte defensivo, pues nuestro piso del Ensanche barcelonés, donde yo nací (calle Mallorca, entre Balmes y Rambla de Cataluña), estaba situado justo enfrente del convento de monjas que se había convertido en la residencia de Companys, el presidente de Cataluña y la *bête noire* de Franco. Mis padres juiciosamente temían que el edificio de enfrente fuera un blanco apetecible para los bombarderos del Eje.

En Pedralbes alquilaron una torre enorme de tres pisos y sótano, propiedad del señor Perera, un adinerado fabricante de tejidos que la había construido como vivienda de verano para él y su familia. Estaba situada a cien metros del monasterio de Pedralbes, fundado en el siglo XIII por la reina Elisenda, viuda de Jaime II de Aragón, con su recinto de clausura para religiosas de la orden de Santa Clara. La iglesia y el claustro son maravillas del gótico primerizo catalán. El lugar y sus apacibles contornos ajardinados se convertirían en el escenario de mis ensueños de infancia, adolescencia y juventud. Es indescriptible la profunda nostalgia que me invade cada vez que recuerdo o visito mi querido Pedralbes. Me cuesta pensar que allí pasé años tan felices en medio de la miseria, el sufrimiento y la muerte que afectaban a tantos en mi familia. ¿Por qué será que los niños ven la guerra con ojos distintos a los de los adultos, o que no la ven?

En julio de 1936, con la República en guerra y la hostilidad popular reinante contra los ricos, Perera pensó que ni él ni su familia estaban para veraneos y que su casa de Pedralbes estaría bien cuidada si la alquilaba a un médico joven como mi padre, con ideas liberales, y su pequeña familia. Y así lo hizo. Para mí el lugar era Jauja, con su espacioso jardín repleto de arboleda, setos espesos y rincones recónditos. Con el tácito permiso de mis padres, lo hice todo mío, pues mi hermano Gerardo, de tres años, era demasiado pequeño para disputármelo.

Un día memorable me pasé, como se dice, con una travesura infantil que tal vez podría llamarse mi primer encuentro con la ley. Sin que nadie me viera, corté un montón de ramas de unas palmeras bajas, valiosísimas, que había en medio del jardín de delante, y con ingenio y entusiasmo construí con ellas una tienda de campaña, de las que, en mi fantasía, usaban los indios americanos. El escándalo no se hizo esperar, pues, a los dos o tres días, el señor Perera vino a hacer una de las periódicas visitas a su finca. Entre las ramas, desde el interior de mi tienda, le vi acercarse gesticulando y hablando airadamente en voz más alta que de costumbre (era hombre serio y de pocas palabras, a quien nunca vi sonreír). Venía acompañado de mis padres. Me hicieron salir de la tienda, y la bronca que recibí fue literalmente de padre y muy señor mío.

Pero había otro problema con la vivienda de Pedralbes con el cual yo no tenía nada que ver. Parece ser que, desde nuestra casa, alguien vio en la terraza de la casa de al lado un *mosso d'esquadra* con su gorro de franja roja, característico de la policía de la Generalitat, el gobierno de Cataluña. Esto alarmó a mis padres de tal manera que se pusieron a indagar ansiosamente en el vecindario. Hicieron un hallazgo devastador: ¡Companys se había mudado a la casa de al lado y era de nuevo vecino nuestro, el blanco de las bombas! La ironía aumentó más tarde, cuando el hijo de Companys cayó enfermo de esquizofrenia y su padre lo trajo a ver al mío para que lo tratara.

Excepto por mi libertad en aquel jardín paradisíaco, mi vida seguía su curso normal. Continuaba acudiendo a la misma escuela primaria de cuando vivíamos en la calle Mallorca, el Institut Tècnic Eulàlia (figura 1.1). En realidad, esta escuela estaba situada entre Sarrià y Pedralbes, más cerca de nuestra casa que de nuestra vivienda anterior. Edificado en 1925 en estilo neogótico, el instituto albergaba una escuela progresista, cuyos métodos educativos eran semejantes a los del sistema Montessori.



**Figura 1.1.** El Institut Tècnic Eulàlia.

Allí es donde aprendí a leer y escribir el catalán, entonces la lengua oficial de Cataluña, la cual hablábamos habitualmente en mi familia, además del castellano. Como sabe toda persona culta, el catalán es una lengua romance derivada del latín vulgar. Aunque hay controversia sobre el tema, parece ser que el catalán se desarrolló como idioma autóctono en los primeros siglos de nuestra era a lo largo del litoral mediterráneo de la Península Ibérica y de la Vía

Augusta, la ruta mercantil de Roma. En el siglo ix se expandió hacia el oeste, tierra adentro, y a las islas Baleares, como consecuencia de conquistas militares sobre los moros. A principios del siglo xx, el gramático e ingeniero Pompeu Fabra, tío abuelo de mi esposa, modernizó y puso al día la gramática y la ortografía del catalán. Su diccionario de la lengua catalana tiene la particularidad de ser, para términos técnicos, más preciso que el de la Real Academia Española. La Universitat Pompeu Fabra es hoy uno de los centros de investigación y enseñanza tecnológicas más prestigiosos de Europa.

Como dije, a lo largo de aquellos tres años de guerra, la mansión alquilada por mi familia en Pedralbes era para mí el cielo en la tierra, aunque estaba cerca del infierno para todos los demás a mi alrededor. A pesar de los registros por parte de milicias incontroladas, que se llevaban todo objeto de valor que encontraban, a pesar de las noticias susurradas de asesinatos en la familia, a pesar de la escasez de alimentos (tortillas de un huevo partidas para dos, los hurtos de mi madre en hortaliza ajena, el pan de maíz racionado, etc.), y a pesar de la tensión general que percibía alrededor mío, yo era un niño feliz. En mi ático, con aquel jardín inmenso a mis pies, me sentía dueño del mundo. Además, mi padre había sido reclutado por el cuerpo de Sanidad del Ejército de la República y fue enviado al frente, con lo que yo me convertí en el objeto de las atenciones de mi madre.

En enero de 1939, después de la decisiva y horrible batalla del Ebro, los nacionales cruzaron el río y entraron en Cataluña por el sur. Pocos días más tarde, entraban en Barcelona por Pedralbes en su marcha hacia el centro de la ciudad, que fue abandonada sin oposición por el ejército republicano. Encaramado en una silla y a través de una mirilla en la entrada del sótano, yo miraba curioso la marcha lenta y desordenada de los soldados nacionales cargados de bártulos de guerra. Cansinos y cabizbajos, el casco colgando del cinto, el fusil en bandolera y la manta enroscada sobre los hombros, parecían pertenecer a un ejército derrotado en retirada más que a un ejército victorioso. Algunos de sus oficiales pidieron alojamiento

en nuestra casa. Se portaron muy cortésmente con nosotros y nos obsequiaron con buena comida. Recuerdo con fruición los «chuscos» navarros de los soldados, ¡por fin pan de trigo! Mi madre seguía preocupada por la suerte de mi padre, cuyo paradero desconocía.

Casi todas las autoridades civiles y militares de la ciudad huyeron hacia el norte y entraron en Francia a través de los Pirineos. Con ellos huyeron interminables columnas de soldados derrotados, ciudadanos de todo género, familias enteras de refugiados, muchos afines a causas democráticas, intelectuales y artistas de izquierda, obreros y artesanos, todos ellos temerosos de la tiranía franquista. El éxodo de fugitivos durante aquel crudo invierno fue masivo, del orden de los cuatrocientos mil; y su recepción en Francia, cruel y despiadada. Recién llegados, las autoridades francesas los internaron en infames campos de concentración en pésimas condiciones. Cuando Francia, bajo el régimen del mariscal Pétain, cayó en manos de los nazis, muchos de los refugiados con antecedentes anarquistas o comunistas fueron deportados al campo de Mauthausen (Austria), donde perecieron.

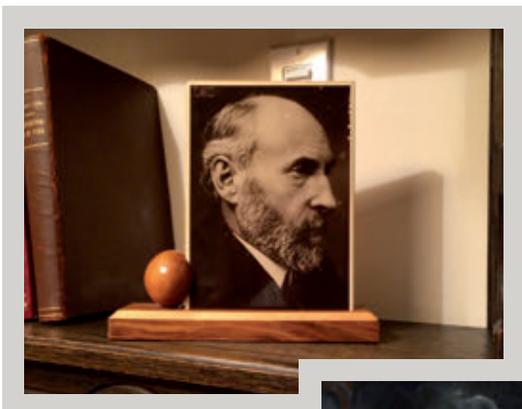
Pocos días después de la conquista de Barcelona por los nacionales, mi padre volvió a casa. A través de un frente prácticamente inexistente entre los dos bandos, había entrado a pie en territorio nacional. Retrasó su regreso hasta que se cercioró de que, como médico, no tenía que temer a las nuevas autoridades. Poco después de su regreso, sin embargo, tuvo que someterse a una depuración política antes de volver a su trabajo en el Instituto Mental de la Santa Cruz, el manicomio en el que ya desde antes de la guerra había iniciado su especialización en psiquiatría. Posiblemente su depuración política fue difícil a causa de sus bien conocidas simpatías republicanas. En cualquier caso, perdió su cargo oficial de médico asistente en la universidad.

## Ramón y Cajal y la dama del unicornio

**E**n nuestra mansión alquilada de Pedralbes, mi padre continuó su práctica privada de la psiquiatría. Tenía un amplio despacho lujosamente amueblado, con las ventanas cubiertas con pesados cortinajes y las paredes con no menos pesados tapices. El plano de la habitación, de techo alto, se parecía un poco al de una iglesia, con la mesa de trabajo en su centro, a modo de altar, frente a un «ábside» semicircular con ventanas elevadas. Dos pesados sillones, un armario-librería y un diván clínico completaban el mobiliario.

De vez en cuando, si mi padre estaba ausente, yo entraba a hurtadillas en su despacho para curiosear. Siempre me impresionó la severidad del lugar, lo cual por algún motivo aumentaba mi curiosidad. Uno tras otro, examinaba y tocaba con cuidado los objetos de su gran mesa: los tinteros dorados, la regla azul de vidrio translúcido con un nombre de fármaco grabado en ella, el grueso lápiz con dos puntas, una roja y la otra azul. Y luego el retrato de aquel señor barbudo en un ladrillito sobre un pie de madera (figura 1.2). Un día mi padre me diría que aquel señor se llamaba Ramón y Cajal, y que era un gran sabio. Ochenta años más tarde, aquí lo tengo, en mi casa de California.

Un día, a principios de los años cuarenta, apareció entre dos de las altas ventanas, en el ábside detrás de la mesa de trabajo de mi padre, un cuadro enorme de una mujer medio desnuda con la mano sobre la cabeza de un caballo con un cuerno. Era *La Dama del Unicornio* (figura 1.3), pintado por Pere Pruna, un famoso artista catalán que había sido paciente de mi padre. Pruna había estado en París estrechamente asociado con Picasso cuando el pintor cultivó, aunque durante poco tiempo, el estilo neoclásico. Mi padre encargó a Pruna el cuadro —seguramente como pago por sus servicios médicos— y le proporcionó ideas para que expresara en él un rico simbolismo. La diosa virgen, que sin duda representa a la ciencia psiquiátrica, domina los oscuros impulsos del unicornio por medio



▲ **Figura 1.2.** Fotografía de Cajal en un ladrillito distribuido a médicos españoles en 1935 por el fabricante de Ceregumil, un jarabe de hierbas y vitaminas que se nos administraba a los niños como tónico reconstituyente del sistema nervioso.



► **Figura 1.3.** *La Dama del Unicornio*, pintura de Pere Pruna.

del conocimiento de la naturaleza, que se simboliza con el libro abierto bajo sus pies.

Un búho, símbolo de la sabiduría, observa la escena, mientras que la silueta del monasterio de Pedralbes —situado a doscientos metros de donde colgaba el cuadro— representa la espiritualidad. Sobre la serena escena de la dama y el unicornio, nubes oscuras adoptan la forma de monstruos, que recuerdan a ciertas obras de Goya, y que tal vez representan alucinaciones y delirios tremebundos.

El unicornio es un animal mítico oriundo de la civilización del valle del río Indo (2.500 a.C.). Durante la Edad Media y el Renacimiento se creía que podía ser domado sólo por una virgen. C. G. Jung atribuye al unicornio el papel arquetípico del Logos, penetrando en el conocimiento de la Naturaleza gracias a su cuerno en espiral. Es probable que mi padre pensara en ambos atributos del animal, el instintivo y el cognitivo, cuando encargó el cuadro al artista.

Es asombroso que un cuadro pintado en 1943, cuando yo tenía trece años, sugiera tantos conceptos neurológicos y psicológicos que tarde o temprano tendrían impacto en mis investigaciones y actividad profesional. En primer lugar, ahí está la mente racional que somete los impulsos irracionales al control inhibitorio que surgirá de la corteza frontal en el adulto. Dominando la escena, se impone el poder de la razón, capaz de sacar a la luz los misterios de la mente humana y librarla de la locura. Incluso se adivina el poder curativo de la espiritualidad, representado por el monasterio de Pedralbes en el fondo.

## La familia y el abuelo Carulla

**D**esde finales del siglo XIX hasta 1936, cuando comenzó la Guerra Civil, España sufrió una continua crisis económica, social y política. La crisis comenzó con la pérdida de las colonias de ultramar y culminó con la independencia de Cuba.

La caída de Cuba fue especialmente dolorosa porque, por espacio de muchos años, aquella isla del Caribe había atraído a muchos inmigrantes y comercios españoles. La independencia fue el resultado de tres guerras sucesivas, iniciadas por insurrecciones locales y separadas por breves intervalos de paz. La segunda fue la más larga: la guerra de los Diez Años (1868-1878). Durante la misma, Cajal estuvo por un tiempo del servicio militar como oficial sanitario en una guarnición española (figura 1.4). Allí contrajo paludismo, con lo que fue dispensado del servicio y regresó a España.



**Figura 1.4.** *Cajal en Cuba* (1874), pintura de Izquierdo Vives.

Después de la independencia de Cuba, y bajo la monarquía de Alfonso XIII y una serie de gobiernos conservadores, España entró en un largo período de depresión y conflicto laboral. Ambos fueron exacerbados por medidas gubernamentales represivas, promovidas por la burguesía y algunos sectores de la Iglesia católica. La sociedad española estaba lamentablemente escindida y polarizada. Con la pérdida de Cuba y las Filipinas, algunos de los disturbios laborales más intensos se debieron a la determinación del gobierno de retener las posesiones del norte de África.

En 1913, en medio de aquellos tiempos turbulentos, Valentín Carulla Margenat, padre de mi madre, fue nombrado rector de la Universidad de Barcelona. Era un hombre excepcional, una gran figura de la medicina académica española. Nacido en una familia de clase media modesta, estudió y se graduó en farmacia y medicina, pagándose sus estudios trabajando como mozo auxiliar de farmacia. En 1904 fue nombrado catedrático de farmacología clínica

en la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona. En el mismo año inició la fundación del Hospital Clínico de la universidad, que administró durante diecisiete años, aun después de haber sido nombrado rector. Durante aquel tiempo nombró a Cajal miembro de honor de la Real Academia de Medicina de Cataluña. El hospital estaba dedicado primordialmente al cuidado de enfermos indigentes. Durante la Guerra Civil era el único centro médico para asistir a las víctimas de los bombardeos de Barcelona. Una característica entrañable de mi abuelo Carulla era su profundo interés por la educación primaria, a la que dedicó intensos esfuerzos y muchas campañas públicas. Incluso después de entrar en posesión de su cargo de rector de la universidad, se le podía ver algunos fines de semana visitando a lomo de mulo los remotos pueblos de los Pirineos para inaugurar escuelas primarias y promocionar en ellas la buena educación de los niños. Por sus esfuerzos en apoyo de la educación pública, el rey Alfonso XIII le confirió el título de marqués. En la universidad, sin embargo, los últimos años de su rectorado fueron tumultuosos. Como en otras partes del mundo, los estudiantes promovieron algaradas políticas en solidaridad con los obreros, algunas de ellas violentas. Mi abuelo salió a menudo a defender a los estudiantes frente a las embestidas de la policía.

Otra fuente de conflicto en la enseñanza superior era el uso del catalán en lugar del castellano. Esto causó mucha tensión con el gobierno central de Madrid y provocó una serie interminable de reformas, regulaciones y frágiles compromisos con el mundo universitario. Debido a su interés en promocionar ambos idiomas, el catalán y el castellano, mi abuelo sufrió repetidamente de estrés, el cual, según mi madre, le causó la muerte en 1923. En aquel mismo año, tanto mi padre como mi suegro terminaron sus estudios de medicina.

Mi abuelo paterno era también médico. Nació en Palma de Mallorca, pero durante su niñez emigró con su familia a Barcelona, donde cursó estudios de medicina. Lo recuerdo como un hombre algo adusto y de pocas palabras, pero de trato afable. Ejercía de médico internista y tenía una clientela privada que, sin ser muy

extensa, era selecta e incluía a algunas personas de alto rango, entre ellas el obispo de Barcelona. Su *hobby* favorito era coleccionar sellos, y ya de pequeño me inició en él. Me regaló, en sucesivas entregas, una considerable colección que todavía conservo por su valor sentimental y por lo singular de algunos ejemplares. Incluye sellos, que ahora supongo que son relativamente raros, de los países europeos antes de la Primera Guerra Mundial.

La abuela Fuster era una mujer de carácter enérgico y decidido, más bien seria. La recuerdo alta y flaca, con gafas *pince-nez*. Siempre me trató con un cariño comedido que dejaba entrever que esperaba buenos modales por mi parte. Se le atribuían dichos notables por su agudeza y, a veces, cierta mordacidad: «Los niños, a callar, escuchar y aprender...», «No hay nada más peligroso que un tonto con iniciativa...». Aunque mis abuelos Carulla fallecieron antes de que yo naciera, mis abuelos Fuster murieron durante mi adolescencia.

En 1923, el mismo año en que murió mi abuelo Carulla y se licenciaron en medicina mi padre y mi suegro, tuvo lugar el relativamente pacífico golpe militar del general Primo de Rivera, con el apoyo del rey, el ejército y la Iglesia católica. La subsiguiente dictadura coincidió con siete años (1923-1930) de prosperidad mundial (Roaring Twenties), a pesar de la creciente amenaza de Hitler y Mussolini en Europa. Económicamente, el país estaba bastante bien, aunque los conflictos laborales continuaban.

Mis padres se casaron durante aquel período (figura 1.5). En 1929 Barcelona acogió la Exposición Universal, un grandioso despliegue industrial y comercial en el flamante Palacio Nacional de Montjuïc y edificios circundantes, cuyo conjunto se inauguró para la ocasión. Al año siguiente, nació yo.

Entretanto, la situación política era cada vez más inestable. En 1930 Primo de Rivera dimitió ante el rey, con lo que quedó abierto el paso a la Constitución de 1876 y nuevas elecciones. Después Alfonso XIII abdicó y partió a su exilio en Roma. Sólo mucho más tarde, después de la Guerra Civil, me di cuenta de los efectos emocionales que los eventos políticos de mi primer año de vida habían

tenido sobre mis padres. Mi madre, hija del marqués de Carulla, quedó muy dolida por el fin de la monarquía. Mi padre, intelectual liberal, se alegró mucho de ello.



**Figura 1.5.** Boda de mis padres en 1929.

### **La influencia de Santiago Ramón y Cajal**

**E**n 1957, cuando contraí matrimonio con Elisabeth, su padre, el doctor Baladía, me regaló su copia de *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados* (figura 1.6), el más famoso libro escrito por Cajal, el «sabio» de la mesa de mi padre. Este libro, en dos volúmenes, cubre la anatomía microscópica de casi cualquier parte del sistema nervioso de varias especies animales, en el desarrollo inicial y en el adulto.

En términos de precisión, amplitud y cobertura del tema, no se ha publicado nada semejante nunca en ninguna parte, aunque los métodos modernos permiten mayor resolución que el microscopio óptico que utilizó Cajal. Una de las características más notables del libro son sus esmeradas ilustraciones, que consisten casi siempre en dibujos a mano.



**Figura 1.6.** El libro de Cajal *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*, Madrid, Moya, 1899.

Desde que mi suegro me los entregó como regalo de bodas, he atesorado los dos volúmenes. Los he protegido con celo de mis ávidos amigos anatomistas, quienes, a veces, en broma, me han hablado de su intención de robarlos. El segundo volumen siempre me ha sido especialmente querido, ya que trata de la corteza cerebral, a la que he dedicado casi toda mi vida como científico. La figura 1.7, tomada de ese volumen, ilustra el dibujo de una sección histológica transversal de la corteza frontal humana y embellece la cubierta de las últimas ediciones de mi libro sobre la corteza prefrontal.

Cajal no sólo fue un gran científico, sino también un gran artista. Sus representaciones de la estructura microscópica del sistema nervioso son una reminiscencia del arte de otros observadores de la naturaleza, como Leonardo da Vinci, Linneo, Durero y Darwin. Todos retrataban la naturaleza de forma nítida y hermosa. Mi amigo Javier DeFelipe, director del Instituto Cajal en Madrid, publicó hace no mucho un magnífico volumen dedicado en gran parte a las ilustraciones de Cajal: *El jardín de la neurología*.



◀ **Figura 1.7.** Dibujo de Cajal que ilustra una sección histológica de la corteza frontal humana.

▼ **Figura 1.8.** Simarro muestra a los observadores cómo usar el método de Golgi, en una pintura de Joaquín Sorolla (1897).



Santiago Ramón y Cajal (comúnmente conocido por el apellido materno, Cajal) nació en 1852 en Petilla de Aragón, un humilde pueblo del norte de España, hijo de un profesor de anatomía en la Universidad de Zaragoza. Era un niño rebelde, problemático y juguetón, muy aficionado a las bromas. Al principio, tuvo trabajos temporales como aprendiz de barbero y zapatero. Ya en su juventud, sin embargo, demostró una habilidad excepcional como dibujante. En la Escuela de Medicina de Zaragoza, a la que su padre lo persuadió para que asistiera, Santiago lo ayudó dibujando especímenes para sus clases y un atlas de anatomía, que nunca se publicó a falta en esa ciudad de un editor técnicamente competente para ese tipo de trabajo. Mientras estudiaba medicina, Santiago pasó un tiempo considerable leyendo filosofía y practicando gimnasia; construyó una mente versátil y enormes músculos.

En 1883, por medio de oposiciones ganó la plaza de Profesor de Anatomía en la Facultad de Medicina de Valencia. Dos años después, hubo una epidemia de cólera en aquella ciudad. Durante la misma, Cajal prestó sus servicios desinteresados como patólogo al gobierno municipal investigando problemas de inmunidad cruzada entre el cólera y la tuberculosis. En agradecimiento por sus servicios, el Consejo Municipal le regaló un microscopio Zeiss. Con ese instrumento lanzó su carrera como histólogo del sistema nervioso.

El desencadenante decisivo de su carrera como neurocientífico parece haber sido una visita a Madrid en 1887, cuando fue nombrado miembro de un comité de revisión académica. Aprovechó la oportunidad para visitar a varios científicos dedicados al estudio de la anatomía, el desarrollo y la patología del sistema nervioso. Entre ellos, el que más le influyó fue Luis Simarro, un neurólogo, psiquiatra y psicólogo, conocido pensador liberal y devoto de Charles Darwin. Simarro enseñó a Cajal cómo teñir las preparaciones microscópicas de tejido nervioso mediante el método de plata, desarrollado por el italiano Camillo Golgi, un histólogo de Pavía (figura 1.8). La sustancia crítica que Golgi y Cajal utilizaban para la tinción era una solución de sal de plata (botella grande en la figura). Ese mismo año (1887), Cajal fue nombrado catedrático del recién creado Departamento de Histología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona, donde permaneció hasta 1892.

Armado con su Zeiss y el método Golgi, que mejoró considerablemente, esos cinco años fueron, según nos dice, los más exitosos y productivos de su vida. Allí, en mi ciudad natal, Cajal reveló la fina estructura de innumerables partes del sistema nervioso, desde la retina y la médula espinal hasta la corteza cerebral. Con dedicación meticulosa y tenaz, estudió especímenes de diversas especies de animales en diversas etapas de desarrollo. En Barcelona fundó su propia revista y abrió públicamente su trabajo a la comunidad científica internacional. Desde allí viajó a otros países europeos, especialmente Alemania, donde compartió su trabajo con algunos de los histólogos más conocidos de su

época (Kölliker, Waldeyer, His y Forel). Al mismo tiempo, comenzó a publicar sus trabajos en francés y alemán.

---

## Los comienzos de la neurociencia cognitiva

A partir de su investigación en Barcelona, y de lo que se sabía en aquel momento acerca del funcionamiento del cerebro, Cajal desarrolló dos principios teóricos trascendentales relacionados con la función nerviosa, que la investigación fisiológica posterior demostró que eran correctos. El primero fue la teoría de la neurona, que discrepaba de la llamada «teoría reticular», o de red, defendida por Golgi. En lo esencial, sin embargo, tanto Golgi como Cajal tenían razón en un aspecto: el sistema nervioso es de hecho una gran red. Sin embargo, mientras que Golgi sostuvo que la red estaba hecha de tejido celular continuo, Cajal sostenía, correctamente, que estaba hecha de células nerviosas contiguas, a saber, neuronas (el nombre acuñado por Waldeyer). La clave de su fisiología, propuso, tenían que ser los contactos entre ellas, que los fisiólogos ingleses Foster y Sherrington llamaron «sinapsis».

El otro principio propuesto por Cajal fue el de la naturaleza sináptica del aprendizaje y la memoria. Como relata en sus memorias, presentó su hipótesis por primera vez en 1894, en una reunión de neurólogos en Roma. Quizás basándose en las observaciones contemporáneas de Sherrington sobre el arco reflejo motor, Cajal usa la memoria motora para defender su hipótesis. Estas son sus palabras:

La mejora funcional resultante del ejercicio (educación física, hablar, escribir, tocar el piano, esgrima, etc.) (...) [se puede atribuir a] la creación de nuevos apéndices celulares (...) susceptibles al ajuste y la extensión de contactos, e incluso el establecimiento de relaciones completamente nuevas entre neuronas que no están conectadas originalmente.

Implícito en lo anterior estaría la afirmación de que las diferentes habilidades o hábitos motores consistirían en diferentes redes neuronales. Transcurrirían varias décadas antes de que esas palabras proféticas se convirtieran en un hecho comprobado y que la idea de red se extendiera a todo tipo de memoria, no sólo a la del sistema motor. Sin embargo, sólo pasaría una década antes de que Cajal, en 1906, recibiera el Premio Nobel, junto con Golgi.

Los dos principios de Cajal marcan el comienzo de la neurociencia cognitiva: el primer principio estableció que las redes neuronales están hechas de neuronas en contacto; el segundo principio, que dedujo del primero, es que los contactos entre las neuronas de una red pueden cambiar, crecer y proliferar con el aprendizaje y la adquisición de memoria. Aquella fue la primera declaración explícita del papel de la plasticidad sináptica en la cognición.

Hasta entonces, no existía ningún principio funcional de la neurociencia cognitiva. La única evidencia de la cognición neuronal era «por defecto». Era la evidencia, señalada por primera vez por Broca y Wernicke, a mediados del siglo XIX, de que la lesión de ciertas áreas corticales producía trastornos en el lenguaje (afasias).

En 1893 Sherrington persuadió a la Royal Society para invitar a Cajal a pronunciar la prestigiosa Conferencia Croonian, en la que podría presentar sus hallazgos e ideas. Durante su estancia en Londres, Cajal fue el invitado de Sherrington en su casa. Convirtió su habitación de invitados en un laboratorio temporal y ayudó a Cajal a preparar su conferencia y algunos de los dibujos de diapositivas histológicas, para presentarlos en una llamada «cámara lúcida». Ese encuentro entre Cajal y Sherrington consolidaría su amistad e inspiraría las investigaciones de ambos.

Lo más notable es que Cajal eligió la adquisición del aprendizaje motor, es decir, la memoria ejecutiva, para hacer hincapié en la plasticidad neuronal. Con eso, insinuaba las redes del lóbulo frontal y su capacidad para sustentar la imaginación y la creatividad de acciones. En sus *Charlas de café* dice:

La Naturaleza nos ha otorgado una dotación limitada de células cerebrales. Por compensación feliz, se nos ha concedido el inestimable privilegio de modelar, ramificar y complicar las expansiones de estos elementos para combinar casi hasta el infinito las asociaciones reflejas y las creaciones ideales.

Ya sea que se estuviera refiriendo al lóbulo frontal o no, ¿no es esta una clara declaración del aspecto relacional en la memoria ejecutiva, de su naturaleza asociativa y, en general, de la existencia de las redes de conocimiento en el sistema nervioso, que un día llamaríamos «redes cognitivas»?

## La evolución y la corteza prefrontal

«**N**ada en biología tiene sentido si no es a la luz de la evolución.» Este es el título que Theodosius Dobzhansky, un genetista evolucionista ruso, inmigrante en Estados Unidos, dio a un controvertido ensayo que hizo historia.

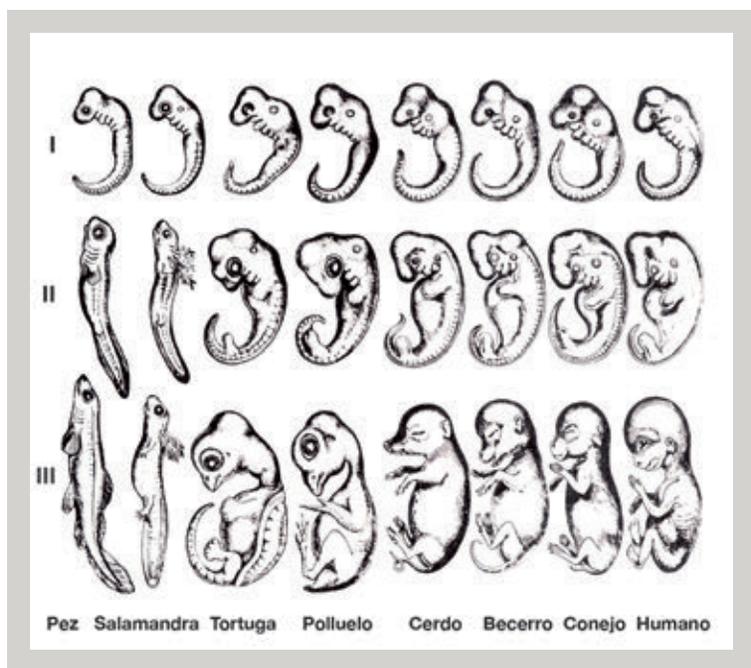
A partir de finales del siglo XIX, muchos científicos europeos se dejaron influir por la teoría de Darwin, y los neurocientíficos más destacados de la época no fueron la excepción. Pero el papel de la evolución en el desarrollo del sistema nervioso era oscuro, por lo que durante mucho tiempo fue objeto de intensa especulación por parte de neuroanatomistas comparativos, incluido Cajal, quien sin duda se inspiró en el ferviente darwinismo de su antiguo mentor Simarro.

### ERNST HAECKEL: LA ONTOGENIA Y LA FILOGENIA

---

Uno de los conceptos más antiguos y poderosos derivados de la teoría de la evolución fue la relación entre el desarrollo filogenético de la especie y el desarrollo ontogenético del individuo. Haeckel (1834-1919), un biólogo alemán, basándose en el estudio de la embriología de animales de múltiples especies, tuvo la idea de que el embrión de un animal determinado atraviesa etapas que replican las etapas de evolución de las especies anteriores. La idea tomó el nombre de «hipótesis de recapitulación»: la ontogenia recapitula la filogenia.

Haeckel pronto fue desacreditado y sus métodos se criticaron duramente. Pero lo que quedó de la controversia que originó fue el concepto plausible de que existe un grado de paralelismo temporal entre el desarrollo ontogenético de algunas partes del cuerpo y la evolución de esas partes en especies animales precedentes. El sector del organismo donde esto era más obvio es el sistema nervioso. Esto llevó a los neurobiólogos a extender el paralelismo al desarrollo de las funciones nerviosas y cognitivas; tales funciones, pensaban, se desarrollarían *pari passu* con el desarrollo anatómico de las estructuras nerviosas. Junto con esto, casi como un corolario, surgió el concepto de una jerarquía de funciones nerviosas que se desarrolla progresivamente hacia arriba a lo largo del neuroeje, tanto en la ontogenia como en la filogenia, para integrar de manera progresiva funciones cada vez más complejas. En esa jerarquía funcional, las estructuras y funciones inferiores permanecerían bajo el control de las superiores durante toda la vida.



**Figura 1.9.** La frase «la ontogenia recapitula la filogenia» da a entender que la transformación de un embrión hasta su desarrollo final como individuo (ontogenia) contendría la historia evolutiva de esa especie (filogenia). Es decir que el embrión pasaría por todas las fases que ha pasado la especie: organismo unicelular, invertebrado, pez, reptil, etc.

El primero en formular la jerarquía funcional del sistema nervioso y colocar en su cima la corteza frontal, \* que es una de las últimas estructuras del cerebro en desarrollarse, fue el neurólogo Hughlings Jackson (figura 1.10), un contemporáneo de Cajal y Sherrington, y los evolucionistas Darwin y Spencer.

Tanto el concepto jerárquico como la supremacía frontal en la jerarquía del sistema nervioso han sido ampliamente verificados. Maduraron lentamente en mi mente después de mi llegada a América y contribuyeron de manera poderosa a mis ideas e investigaciones sobre la corteza prefrontal.



**Figura 1.10.**

John Hughlings Jackson,  
pintado por Lance Calkin  
(1895).

Jackson es ampliamente considerado el padre de la neurología clínica británica. Curiosamente, conceptualizó la evolución del sistema nervioso central «por defecto»; es decir, lo hizo a partir de lo que él llamó «disolución» clínica, deduciendo las funciones de estructuras nerviosas a partir de los efectos de lesiones de esas estructuras. El curso de su búsqueda es una historia interesante.

\* El lector puede consultar la doble ilustración de las páginas 150-151 sobre la ubicación de las principales estructuras cerebrales mencionadas a lo largo del libro.

John Hughlings Jackson nació en el condado de Yorkshire y fue hijo de un rico agricultor y cervecero. A los quince años, el joven John se convirtió en aprendiz residente de los Anderson, padre e hijo, dos prósperos médicos privados de la ciudad de York. Después de dos años en su hogar, comenzó a tomar clases en la Escuela de Medicina de York, donde el doctor Anderson padre era conferencista. En 1855-1856, John continuó su educación como asistente en el Hospital Saint Bartholomew de Londres. En 1859 completó su educación médica con la intención de continuar con la neurología, una especialidad clínica que en ese momento era casi inexistente.

En 1862 fue nombrado médico asistente en el Hospital Nacional de Paralizados y Epilépticos, Queen Square, donde ingresó bajo la poderosa influencia de Édouard Brown-Séquard, un neurofisiólogo de fama mundial. Este inculcó a Hughlings Jackson un vivo interés en la fisiología del sistema nervioso central, y así Jackson se convirtió en el primer neurofisiólogo clínico. Como ávido lector de literatura fisiológica, quedó muy impresionado por un estudio seminal de dos fisiólogos alemanes en 1870: Fritsch y Hitzig. En el perro descubrieron que la estimulación eléctrica de diferentes puntos de lo que consideraban la corteza motora provocaba movimientos discretos en diferentes partes del cuerpo. De esa manera esbozaron un «mapa motor» en esa corteza.

A partir de lo anterior, Jackson razonó que la excitación local de un área cortical, por cualquier medio, tenía el efecto opuesto a la ablación local de la misma área. Por lo tanto, parecía que el área que producía un movimiento era la misma área que representaba ese movimiento, como podría inferirse además de la parálisis que resultaba de la lesión del área. Fundamentando ese razonamiento con un gran número de casos clínicos, estableció el principio de la colocación de la representación (memoria, ampliamente definida) y la acción, el cual puede aplicarse a prácticamente la totalidad del cerebro.

La colocación de la representación (memoria del movimiento) y la función (ejecución del movimiento) que estableció Jackson ha sido uno de los principios rectores de mis investigaciones. No menos influyentes en mi trabajo futuro serían las ideas de Hughlings Jackson sobre la organización jerárquica del sistema nervioso central y sus funciones. Visualizó el eje neural como una jerarquía de estructuras y funciones, desde la médula espinal, los músculos y los órganos de los sentidos en su nivel más bajo, hasta la corteza cerebral en la parte más alta. Esa jerarquía se estableció con la evolución, que, para usar sus palabras, consistía en el «paso de lo más pequeño a lo más grande, de lo más simple a lo más complejo, de lo más automático a lo más voluntario». En esa luz, consideraba que los trastornos nerviosos, especialmente los de alto rango en la jerarquía, eran el reverso de la evolución, o, para usar un término acuñado por primera vez por Spencer, la «disolución». La disolución causa síntomas negativos (por ejemplo, parálisis) como resultado del daño en niveles más altos de la

jerarquía y, al mismo tiempo, causa síntomas positivos (por ejemplo, automatismos) por la liberación o desinhibición de niveles más bajos.

Un ejemplo típico de disolución es una lesión de la corteza motora, la corteza a cargo de los movimientos voluntarios. Tal lesión produce una «regresión de la evolución»: una parálisis de una extremidad o la mitad del cuerpo y, al mismo tiempo, la aparición de movimientos automáticos o involuntarios y primitivos como resultado de la liberación de estructuras motoras subcorticales, como son los ganglios basales. Con la recuperación, ya sea espontánea o inducida por el tratamiento, todos los síntomas desaparecen.

En los últimos años, las formas de disolución que más me han interesado son las que afectan al habla, posiblemente la función cognitiva más alta del ser humano, como consecuencia de lesiones del lóbulo frontal. La corteza del lóbulo frontal, especialmente en el hemisferio izquierdo, alberga una jerarquía de áreas dedicadas a la elocución del habla y el lenguaje de señas. Las áreas jerárquicamente más bajas se encuentran en la parte posterior del lóbulo, cerca de la corteza motora primaria, que controla la musculatura voluntaria de todo el cuerpo. En el lóbulo frontal izquierdo, muy cerca del área para el movimiento de la boca y la lengua, se encuentra el área de Broca, encargada de articular palabras y oraciones simples.

Por encima del área de Broca en la jerarquía frontal (más adelante en espacio cerebral) está la corteza prefrontal, a cargo de las oraciones verbales más elaboradas y del habla proposicional. Los pacientes con lesiones en esa parte del cerebro tienen dificultad para «proposicionar» (una expresión jacksoniana). He ampliado el significado de esa capacidad prefrontal no sólo para incluir la construcción de un lenguaje proposicional elaborado, sino también la capacidad de «proponer», es decir, de formular planes y propósitos verbales. Esa dimensión futura es fundamental para todas las funciones ejecutivas prefrontales, permitiendo al humano crear, preadaptarse y liberarse del aquí y el ahora.

Sin embargo, Jackson a lo largo de su vida mantuvo una visión cartesiana y dualista del problema mente-cuerpo. Nunca llegó a un acuerdo con lo que consideraba una cuestión metafísica que no podía conciliar con su visión del cerebro y, de hecho, con todo el sistema nervioso como una máquina sensorio-motora. A pesar de sus especulaciones sobre lo que él llamaba «concomitancia», una especie de paralelismo entre mente y cerebro sin interacciones causales entre ellos, nunca fue capaz de incorporar la primera en el segundo. Después de él, la idea de la concomitancia paralela (que tuvo su origen en Leibnitz, Spencer y Stuart Mill) permaneció arraigada en la neurociencia durante más de un siglo.

---

## Cajal, Sherrington y la red neuronal

El cerebro está despertando y con él regresa la mente. Es como si la Vía Láctea entrara en una danza cósmica. Rápidamente, la masa cerebral se convierte en un telar encantado donde millones de centelleantes lanzaderas tejen una tenue imagen, una imagen siempre elocuente aunque nunca permanente.

CHARLES SHERRINGTON

**S**herrington (figura 1.11) es universalmente reconocido como el fundador de la neurofisiología, un campo que desarrolló atribuyendo funciones fisiológicas a las estructuras nerviosas descritas por Cajal y otros. Sobre todo, adoptó el principio fundamental de Cajal de la red neuronal (constituida por neuronas en contacto unas con otras) y lo aplicó a la totalidad del sistema nervioso. De esta manera, llegó a la idea holística de la integración nerviosa. Una pequeña anécdota sobre él refleja de manera metafórica la inevitabilidad de esa idea.



**Figura 1.11.** Charles Sherrington.