

LA INTELIGENCIA PARA RAMÓN Y CAJAL

VIRGILI IBARZ SERRAT ¹

MANUEL VILLEGAS BESORA ²

¹ Facultad de Psicología Blanquerna - Universidad Ramón Llull

² Universidad de Barcelona

RESUMEN

El Colegio Oficial de Médicos de Barcelona (COMB) ha declarado el año 2000 "Año Santiago Ramón y Cajal" como un homenaje a la ciencia y a todos los investigadores en el campo de la Medicina que, a lo largo del siglo, han contribuido al progreso del conocimiento. En los diversos actos dedicados al "Año Santiago Ramón y Cajal" se ha destacado la preocupación del histólogo aragonés por el problema de la inteligencia y las bases fisiológicas del aprendizaje.

Para expresar la capacidad intelectual de un individuo usamos las palabras "inteligencia" y "cociente intelectual". Estas palabras, sin embargo, son de uso reciente en nuestra literatura, ya que antiguamente se usaba la palabra "ingenio". Por ingenio se entendía la capacidad del hombre para discurrir o inventar con facilidad. La psicología diferencial, desde el punto de vista de la originalidad, distingue tres grados: ingenio, talento y genio. El talento representa el equilibrio, el genio se considera la máxima creación y el ingenio es la vivacidad espontánea en una modalidad cualquiera.

Estos conceptos están presentes en la obra de Cajal. El proceso de análisis del pensamiento cajalano sobre la inteligencia nos lleva inevitablemente a la necesidad de contrastarlo con las corrientes de pensamiento y el contexto histórico de su época. Para la exposición seguimos un orden cronológico.

Hemos podido apreciar la importancia del planteamiento asociacionista de Cajal: del asociacionismo interneuronal y del asociacionismo psicológico. De la biblioteca personal de Cajal, se conserva el libro de Alexander Bain, *Les sens et l'intelligence* (Paris, Librairie G. Bailliére, 1874). En los márgenes del libro aparecen notas manuscritas del propio Cajal, donde manifiesta su posición asociacionista. Cajal concibe el cerebro como una reunión de regiones que realizan toda clase de asociaciones mentales.

Palabras clave: Inteligencia, Expansiones nerviosas, Vías de asociación

ABSTRACT

The Official Medical College of Barcelona (COMB) has declared the year 2000 "The Santiago Ramón y Cajal Year", as a tribute to science and all the researchers in the field of Medicine, who, throughout a century, have contributed to the progress of knowledge. In the different

events held in the occasion of "The Santiago Ramón y Cajal Year", the concern of this Aragonese histologist about the problem of intelligence and the physiological bases of learning has been pointed out.

To express the intellectual capacity of an individual, we use words such as "intelligence" and "intellectual quotient". These words, though, are quite recent in our literature, while in the old times the word "wit" was used. Wit stood for the capacity of man to think or invent easily. Differential psychology, from the point of view of originality, distinguishes three degrees: wit, talent and genius. Talent represents balance, genius is maximum creation, and wit is spontaneous vivacity in any modality.

These concepts are presents in Cajal's work. The process of analysis of the Cajalian thought on intelligence leads us inevitably to the need of contrasting it with the thought currents and the historical context of his times. For our exposition, we have followed a chronological order.

We have been able to appraise the importance of Cajal's associationist approach: interneuronal associationism, and psychological associationism. In Cajal's personal library, we can still consult Alexander Bain's book *Les sens et l'intelligence* (Paris, Librairie G. Baillière, 1874). On the book's margins, Cajal himself wrote some notes, where he stated his associationist position. Cajal considered the brain as a reunion of regions that carry out all kinds of mental associations.

Key words: Intelligence, Nerve expansions, Association pathways

El Colegio Oficial de Médicos de Barcelona (COMB) ha declarado el año 2000 "Año Santiago Ramón y Cajal" como un homenaje a la ciencia y a todos los investigadores en el campo de la Medicina que, a lo largo del siglo, han contribuido al progreso del conocimiento. En los diversos actos del "Año Santiago Ramón y Cajal" se ha destacado la preocupación del histólogo aragonés por el problema de la inteligencia y las bases del aprendizaje.

Para expresar la capacidad intelectual de un individuo usamos las palabras "inteligencia" y "cociente intelectual". Estas palabras, sin embargo, son de uso reciente en nuestra literatura, ya que antiguamente se usaba la palabra "ingenio". Por ingenio se entendía la capacidad del hombre para discurrir o inventar con facilidad. La psicología diferencial, desde el punto de vista de la originalidad, distingue tres grados: ingenio, talento y genio. El talento representa el equilibrio, el genio se considera la máxima creación y el ingenio es la vivacidad espontánea en una modalidad cualquiera.

Nos interesan estos conceptos ya que, como veremos, están presentes en la obra de Cajal. Hemos comprobado que nuestro autor siente un gran interés por la psicología y especialmente por el problema de la inteligencia. El proceso de análisis del pensamiento cajaliano sobre la inteligencia nos lleva a la necesidad de contrastarlo con las corrientes de pensamiento y el contexto histórico de su época. Para la exposición seguiremos un orden cronológico.

Los primeros conceptos cajalianos referidos a la inteligencia son publicados en 1892. Cajal dio unas conferencias en la Academia de Ciencias Médicas de Cataluña, en marzo de 1892. Algunos de sus alumnos recogieron las explicaciones y copiaron los dibujos, publicándolos en la *Revista de Ciencias Médicas*, con la revisión del propio Cajal, y con el título *Nuevo concepto de la histología de los centros nerviosos* (Cajal, 1892 a).

Esta publicación nos permite conocer cuáles eran las hipótesis psicológicas de Cajal en esta época. En la primera conclusión, Cajal pone de manifiesto que la morfología exterior de las células psíquicas o su modo de relación entre sí, no pueden explicarnos, en el estado actual de la ciencia, la suprema dignidad de las funciones cerebrales. Debemos tener en

cuenta que nuestro autor llama células psíquicas a las células piramidales, es decir, a las células de la corteza cerebral. Ha comprobado que la célula piramidal siempre posee caracteres específicos y que en los peces, donde la vesícula cerebral anterior no posee células piramidales, no existen tampoco manifestaciones intelectuales propiamente dichas. Esta observación motiva la influencia del evolucionismo en la concepción de la inteligencia. ¿Por qué para Cajal la morfología de estas células no nos da la explicación del mecanismo íntimo del pensamiento? Considera que la morfología de las células piramidales representa una modificación poco notable del tipo nervioso común y, por tanto, resulta muy difícil poder explicar cómo se produce el pensamiento y la inteligencia.

Cajal buscará esta explicación en la calidad de los mecanismos interiores de las células piramidales. Llega a la conclusión de que las funciones psíquicas están ligadas en la serie animal a la presencia de estas células. Investigará en la corteza cerebral de fetos y niños, después de estudiar los cerebros de los pequeños mamíferos, comprobando el número, tamaño y disposición de lo que él llama células psíquicas, antes de formular, por primera vez, su hipótesis de la inteligencia.

Estas primeras concepciones sobre la inteligencia se mantendrán en la obra cajalana. Comprobaremos su interés por determinar las condiciones psicofisiológicas del talento y del genio. Los artículos del *Nuevo concepto de la histología de los centros nerviosos* tuvieron un gran éxito, lo que motivó la decisión de Cajal de escribir un gran tratado sobre la textura nerviosa de los vertebrados.

En abril de 1892, Cajal se traslada a Madrid, después de haber ganado las oposiciones a la cátedra de Histología de la Facultad de Medicina. Nuestro científico llega a Madrid con cuarenta años y con una gran madurez en sus ideas. Posee además una insaciable sed de saber que le hizo retornar a su vida de estudiante; asiste a clase mezclado con los estudiantes, toma apuntes, lee libros y descansa de sus propios estudios. De esta forma aprende literatura, historia, filosofía, etc. Asiste a tertulias como antes en Barcelona, donde, según nos dice, aprende muchas cosas. Creemos que esta agilidad mental le ayudará para estudiar el complicado problema de la inteligencia.

Durante el año 1892, realizó exploraciones sobre la estructura de la retina de los peces y aves, publicando sus conclusiones en una comunicación sobre la retina de los peces, con el título *La retina de los teleósteos y algunas observaciones sobre los vertebrados inferiores* (Cajal, 1892 b). Lo que nos interesa de esta publicación es la exposición de una hipótesis encaminada a explicar el establecimiento de conexiones interneuronales específicas, que explicarían la formación de la inteligencia. Esta es la hipótesis quimiotáctica o neurotrópica.

La hipótesis quimiotáctica pone de relieve que el crecimiento de axones y el establecimiento de conexiones interneuronales estarían determinados por la liberación de materias quimiotácticas. El asociacionismo interneuronal es un mecanismo de fisiología cerebral que, para Cajal, será la base de su concepción de la perfectibilidad permanente de la mente humana. También fundamentará las bases fisiológicas del aprendizaje. Cajal piensa que en estas conexiones se hallan las bases del aprendizaje y la inteligencia. Expone que las materias quimiotácticas se elaboran fundamentalmente durante los primeros años de la vida, aunque esta capacidad puede mantenerse.

Sin embargo, cuando Cajal elabora la hipótesis quimiotáctica, en 1892, no tiene las pruebas objetivas de su validez. Los científicos europeos acogen bien esta hipótesis, pero hasta 1905 no se producen las primeras comprobaciones experimentales. En 1910 puede presentar los primeros datos que corroboran la hipótesis quimiotáctica. Entre los trabajos más importantes tenemos el concerniente a la degeneración y regeneración de las neuronas, que dan los primeros datos objetivos de confirmación.

Cajal dio mucha importancia a esta hipótesis. La prueba la tenemos en que un resumen de la teoría quimiotáctica, con exposición de todos los argumentos en que se apoya, se publicó con motivo del *Primer Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las*

Ciencias, celebrado en Zaragoza en 1908. Nos parece muy significativo este hecho, ya que este congreso se celebró durante la conmemoración del centenario de la guerra de la Independencia, y cuando todavía perduraba en la memoria colectiva la pérdida de Cuba.

En el discurso inaugural de Ciencias Naturales, Cajal presentó el resumen y las conclusiones de la teoría quimiotáctica. Expuso su concepción de que el sistema nervioso de los mamíferos, la obra más perfecta de la creación, no es una excepción en el gran proceso de perpetuación de la vida. Por lo tanto, también durante el proceso ontogénico de la neurona hay lucha por la vida y prevalecimiento del más apto. Debido a esta lucha por la vida, se crearán las variaciones iniciales, provechosas o desfavorables para nuestra vida mental. Y concluye:

¿No podrían comprenderse de esta suerte muchas de las particularidades de la mentalidad individual dentro de una misma familia y no pocas singularidades y aberraciones del talento y del carácter? (Cajal, 1908, p. 125).

Cajal termina sus reflexiones sobre la teoría quimiotáctica exponiendo que nuestra inteligencia está regulada por la herencia y la adaptación. Considera que todos heredamos un cierto caudal de neuronas y un modo particular de asociación de las mismas. Pero matiza que todos podemos perfeccionar por el trabajo, el estudio y la reflexión, la organización de la máquina nerviosa heredada. Podemos apreciar la gran importancia de la voluntad para modificar nuestra inteligencia. Creemos que el interés de nuestro autor en resaltar la importancia de la voluntad es debido a la precaria situación intelectual de nuestro país. Cajal piensa que España carece de científicos porque no existen españoles con la suficiente fuerza de voluntad para enfrentarse a los obstáculos que dificultan la investigación. En la Sesión de Clausura del Congreso, Cajal expone que, una vez perdidas nuestras colonias, el único camino que le queda a España es el de la ciencia pura y la ciencia aplicada. Y para conseguirlo se necesitan hombres inteligentes y con una gran fuerza de voluntad. Todos podemos ser "Colonos" de esta nueva España con tal que aliente en nosotros una voluntad robusta.

EXPLICACIÓN DEL TALENTO Y DEL GENIO

En 1894, Cajal recibió el reconocimiento a su labor de la comunidad científica británica. A principios de año fue invitado a pronunciar la *Croonian Lecture* por la *Royal Society* de Londres. En la *Croonian Lecture*, Cajal resumió sus ideas en francés, con el título *La fine structure des centres nerveux*. Fue nombrado doctor honoris causa por la Universidad de Cambridge. En nuestra opinión, Cajal se decide a formular hipótesis psicológicas gracias al reconocimiento internacional a su investigación. Hemos observado que a partir de estos reconocimientos es cuando empieza a elaborar trabajos de tipo teórico que nos permitirán conocer su pensamiento psicológico.

El trabajo publicado en 1894 lleva por título *Consideraciones generales sobre la morfología de la célula nerviosa*, que envió al Congreso Internacional de Medicina celebrado en Roma durante ese año. Se conserva un extracto de la conferencia publicado en *La Veterinaria Española*. Es un texto poco citado a pesar de ser un texto básico para comprender la evolución del pensamiento cajaliano.

Cajal expone que el tamaño de las células nerviosas disminuye conforme se desciende en la serie de los vertebrados. Matiza que esta disminución no es exactamente proporcional a la talla del animal. A pesar de la disminución del tamaño de las células nerviosas, se produce una compensación. Gracias a esta compensación, para Cajal, el cerebro de los vertebrados inferiores dista de ser tan sencillo como parece por su pequeñez. Esto explica porqué, siendo los cerebros del conejo y ratón de tamaños tan distintos, la diferencia intelectual entre estos animales sea prácticamente nula.

En las conclusiones nos encontramos, en primer lugar, con la preocupación de Cajal por la inteligencia humana. En sus hipótesis interpreta los datos observados en el laboratorio:

Cabe también imaginar, como hipótesis sumamente probable, que en dos cerebros humanos sensiblemente iguales, la riqueza de las colaterales nerviosas y expansiones protoplasmáticas de los elementos de asociación experimente modificaciones importantes; por donde vendría a esclarecerse el hecho bien conocido de la desigual actividad intelectual en cerebros de peso y volumen idénticos, y hasta la notable potencia mental de encéfalos de tamaño medianos o inferior al promedio normal (Cajal, 1894, p. 289).

Cajal considera muy verosímil que el trabajo mental continuado en un orden de estudios, impulse el crecimiento de las expansiones protoplasmáticas y colaterales nerviosas, ampliando el sistema de asociaciones entre las células de una región cerebral determinada. Piensa que como las células nerviosas han perdido el poder de multiplicarse, el crecimiento se traduciría exclusivamente por el estiramiento de los apéndices celulares o acaso por el brote de otros nuevos. Para el caso de la potencia mental en encéfalos de tamaño pequeño, Cajal nos dice que podríamos suponer que ciertos cerebros, bien por herencia de adaptaciones anteriores, o por otras causas, como compensación de un número menor de células dan un desenvolvimiento notable de colaterales.

Podemos apreciar de nuevo la importancia de la voluntad, ya que, para Cajal, un camino para estas expansiones podría ser el sentido en que la asociación celular, por ser más imperfecta, es objeto de la reiterada atención de la voluntad. Considera demostrado el hecho de que la atención sostenida, en un orden de observaciones, suscita percepciones cada vez más luminosas.

La hipótesis que orienta las investigaciones de Cajal es su convicción de la superioridad humana. Debemos tener en cuenta que, en este momento histórico de la investigación, generalmente se aceptaba que entre el cerebro de los mamíferos y el hombre existían solamente diferencias cuantitativas y, por tanto, la superioridad del encéfalo humano consistiría exclusivamente en el mayor número de células piramidales y fibras asociativas. Sin embargo, para Cajal, la inteligencia humana parece anunciar, incluso admitiendo coincidencias fundamentales con la estructura de los animales, la existencia de resortes originales que justificarían la nobleza psicológica del *homo sapiens*.

Durante 1889 y 1890, Cajal se dedicó a investigar las características anatómicas, es decir, las neuronas estrictamente humanas que serían el fundamento de nuestra superioridad zoológica. En la Inclusa y la Casa de Maternidad de Madrid, Cajal dispuso de cientos de fetos y niños de diversas edades, que disecaba dos o tres horas después de su muerte y que estudiaba con los métodos de Golgi y Ehrlich. El cerebro humano comenzaba a mostrar algunos de sus secretos. Cajal descubrió varios tipos nuevos de neuronas provistas de axones cortos, características del cerebro humano.

Cajal precisa su concepto de inteligencia en su obra magna, *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*, publicada entre 1899 y 1904. Ya hemos visto que el proyecto de redactar esta obra fue consecuencia de la gran acogida de su síntesis de 1892, *Nuevo concepto de la histología de los centros nerviosos*. La *Textura del sistema nervioso* está considerada como la principal aportación del castellano a los grandes textos de la ciencia contemporánea. En 1999 se celebró en Zaragoza una conferencia internacional para conmemorar el centenario de su publicación, con la asistencia de los premios Nobel de Medicina, François Jacob y Gerald Edelman y de Física, Murray Gell-Mann.

El capítulo XLVIII de la mencionada obra central cajaliana se titula *Consideraciones anatomo-fisiológicas sobre el cerebro*. Cajal expone que las hipótesis sobre la inteligencia no explican las aptitudes sobresalientes creadas por el ejercicio mismo. Para explicar la

creación de aptitudes nuevas, formula la hipótesis del crecimiento perfeccionador de las conexiones interneuronales. La gimnasia mental, que promueve la ramificación y el crecimiento axónico y dendrítico, es la gran arma de la voluntad humana:

Nadie ignora que la obra de un pianista, de un orador, de un matemático, de un pensador, etc., resulta absolutamente inabordable para el hombre ineducado, cuya adaptación al nuevo trabajo (caso de que concurren en el sujeto circunstancias orgánicas favorables) es obra de muchos años de gimnasia mental y muscular. Para comprender este importante fenómeno se hace necesario admitir, además del refuerzo de las vías orgánicas preestablecidas, el establecimiento de otras nuevas, mediante la ramificación y crecimiento progresivo de las ramificaciones dendríticas y nerviosas terminales. En tal suposición, el talento adquirido (dejando a un lado lo relativo a la capacidad cerebral o memoria orgánica, cuantía de neuronas y otras condiciones que deben influir también en el resultado), tendría por principal condición la presencia de centros conmemorativos primarios y secundarios provistos de enlaces múltiples entre órdenes o pléyades neuronales poco o nada relacionados en cerebros incultos (Cajal, 1904, p. 1150).

Cajal piensa que, gracias a esta superior asociación, una excitación sensorial ligera, la contemplación de una idea, un estímulo, que provoca en un cerebro sin cultivar asociaciones vulgares o ilógicas, suscitara en las mentes cultivadas e impresionables, combinaciones ideales inesperadas que transmiten esquemática, pero fielmente, relaciones positivas de la realidad exterior, y que se condensan y expresan en fórmulas generales y fecundas.

Podemos observar cómo nuestro autor explica el proceso creador, científico, artístico e ideológico. De ahí su confianza en el ser humano, sea cual sea su origen. Fiel a sus propios orígenes populares, Cajal confía en las posibilidades fundamentales de la educación, en sus posibilidades liberadoras y de progreso.

Cajal piensa que la hipótesis citada explicaría también la memoria lógica, es decir, el encadenamiento y subordinación de los conceptos. Considera que puede lograrse tras un largo esfuerzo de atención y reflexión, y mediante una nueva organización de los centros conmemorativos. De esta forma también se crean los sistemas arquitectónicos de ideas o las construcciones lógicas complicadas (sistemas filosóficos, religiosos o políticos).

Tomás Maestre, profesor de la Universidad de Granada, publica *Introducción al estudio de la Psicología positiva*, en 1904. Este libro está prologado por Cajal. Hemos constatado que su pensamiento psicológico se expresa con más libertad en los prólogos a libros de otros autores que en su propia obra científica. En este prólogo elabora una hipótesis sobre las condiciones anatómicas de la inteligencia y la mediocridad, basándose en Huarte de San Juan y su *Examen de Ingenios*.

Cajal quiere probar la correspondencia entre la arquitectura cerebral y los resultados de las observaciones psicológicas:

Frases hay de nuestros filósofos del siglo de oro que constituyen fórmulas anatomo-fisiológicas precisas, no corregidas ni mejoradas por la ciencia moderna. Así, cuando Huarte declara en su "Examen de Ingenios" que el hombre si tiene bien organizado el cerebro obra bien y con mucha prudencia, y si el cerebro está mal organizado yerra y hace muchos disparates, formula un principio en perfecta armonía con los resultados de la fisiología y la psicología contemporáneas (Cajal, 1960, p. 127).

Podemos observar una correspondencia entre interior y exterior, entre introspección y extrospección de la Psicología clásica y los resultados histológicos y fisiológicos de la neurología, o Psicología positiva, que permiten unificar esta ciencia y darle la validez de las otras ciencias de la naturaleza.

Cajal insiste en que la asociación interneuronal, no obstante su carácter hereditario, es susceptible de ser influida durante la edad infantil y juvenil por la educación y el hábito, ocurriendo con frecuencia que un cerebro capaz de alcanzar una exquisita organización se transforma en un órgano mediocre debido a que la citada influencia, por compensación del desarrollo forzado de ciertas vías, suspende o modera el crecimiento de los conductores destinados a las asociaciones lógicas.

Podemos apreciar la influencia del mecanicismo en las hipótesis psicológicas de Cajal. Se pregunta que cuántos errores religiosos, científicos y filosóficos son consecuencia de una educación sugestiva, de conexiones cerebrales antinaturales y cuántas verdades que nos parecen incomprensibles son consecuencia de que el razonamiento en que se fundan no tiene en nuestros cerebros cauces preformados. Piensa que las sutiles trabas de las fibras nerviosas son más eficaces que las cadenas de los presos, porque no se sienten. Precisa que muchas veces creemos deliberar y escoger lo más conveniente, cuando en realidad lo que hacemos es marchar en el sentido de la menor resistencia, cursando rutinariamente las anchas vías nerviosas trazadas en nuestra infancia por la labor convergente de padres, maestros y amigos.

Siguiendo la obra de Cajal, vemos que vuelve a ocuparse de la inteligencia en 1922, en una obra literaria *Charles de café*, en el capítulo que lleva por título *Sobre el genio, el talento y la novedad*. Cajal expresa sus concepciones sobre el genio y el talento:

Infinitas son las definiciones de genio y talento formuladas por los psicólogos; pero casi todas giran, a mi entender, en torno a estas dos:

"El talento es la facilidad y el genio, la novedad".

No afirmaré con Max Nordau que el genio constituye especie humana nueva, pero sí que posee parcial o totalmente en encéfalo más fino y sutilmente organizado, es decir, dotado de vías de asociación más complejas que las del tipo humano corriente. En cuanto al talento, dispondría de un cerebro tipo, sin nuevos cauces de asociación, pero amplios, ponderados y completos. Algo semejante, aunque en forma menos objetiva, afirmó el genio W. James al decir: "Es la capacidad de asociación por semejanza desarrollada en grado extremo" (Cajal, 1982, p. 107).

Podemos comprobar que las concepciones cajalianas sobre la inteligencia publicadas en 1922 están basadas en sus hipótesis. Hemos comprobado que conoce la obra de Galton y que lo cita en dos ocasiones, pero no con relación al problema de la inteligencia. Nos parece muy interesante la distinción que hace Cajal entre el genio y el talento:

El talento suele ser una regular aptitud potencial de tipo rotatorio; mientras que el genio representa a menudo, según dejamos dicho, una gran capacidad especializada y como monstruosa. Los genios musicales, pictóricos o poéticos aprenderán quizá la física o las matemáticas, pero no harán en ellas ningún descubrimiento. Un matemático insigne escribirá, si se lo propone, versos estimables, pero calculados más que inspirados, como Voltaire, con maligna expresión, juzgaba los de D'Alembert. Con lo cual no pretendemos negar los genios universales. Ahí están Aristóteles, Galileo, Leonardo de Vinci y Goethe para probar su existencia y su rareza (p. 109).

CONCLUSIÓN

Hemos visto que las hipótesis psicológicas de Cajal se integran en una teoría general de la vida que es la correspondiente al evolucionismo biológico. La actitud positiva del naturalismo, el mecanicismo y el evolucionismo son los fundamentos de las concepciones de Cajal. Los aspectos esenciales de la concepción de la inteligencia se basan en las leyes que rigen la morfología y conexiones de las células nerviosas de la sustancia gris.

Debemos señalar que el idealismo y el romanticismo matizan estas concepciones. Hemos visto que se produce una colisión entre las posiciones positivistas e idealistas. Cajal da una gran importancia a la voluntad, que es una idea romántica, para la formación de la inteligencia.

También hemos podido apreciar la importancia del planteamiento asociacionista de Cajal: del asociacionismo interneuronal y del asociacionismo psicológico. Es sabido que Bain, junto a Brown y James marcaban la pauta dentro del asociacionismo inglés, introducido en Alemania a mediados del siglo XIX por Wundt y Helmholtz. De la biblioteca personal de Cajal, se conserva el libro de Bain, *Les sens et l'intelligence* (París, Librairie G. Baillière, 1874). En los márgenes del libro aparecen notas manuscritas del propio Cajal, donde manifiesta su posición asociacionista.

Podemos concluir que las principales deducciones psicológicas sobre la inteligencia basadas en la observación del sistema nervioso son:

- La concepción del cerebro como una reunión de regiones que realizan toda clase de asociaciones mentales.
- La educación consiste en la formación de vías por donde los impulsos nerviosos se propagan sin esfuerzo y se transforman progresivamente en más automáticos. La educación debe adaptarse a las condiciones estructurales del sistema nervioso para facilitar el perfeccionamiento humano.
- El trabajo mental continuado favorece el crecimiento de las expansiones nerviosas, lo cual hace aumentar el número de asociaciones mentales. La atención continuada favorece la claridad de las percepciones e ideas. El hábito se forma por el progresivo perfeccionamiento de las vías nerviosas y por la creación y ramificación de nuevos apéndices celulares. La excelencia intelectual depende de la complejidad de las vías de asociación.
- La condición anatómica de una mentalidad superior se debe, como ya sostenía Huarte de San Juan, a una excelente organización del substrato del espíritu. Este substrato se compone de fibras de asociación y de neuronas dotadas de colaterales dendríticas y nerviosas.

La teoría cajaliana nos permite entender cómo aprendemos a ejecutar determinados actos con más facilidad gracias a la práctica. Las células nerviosas que participan en el trabajo o estudio no aumentan en número, pero las conexiones entre ellas se perfeccionan con el uso. Las vías de interconexión se hacen más potentes y las células nerviosas pueden adquirir nuevas ramificaciones gracias a las cuales resultan posibles relaciones nuevas con otras células.

Cajal expone en muchas ocasiones esta teoría. Recuerda que la gimnasia mental, que promueve la ramificación y crecimiento axónico y dendrítico, es la gran arma de la voluntad humana. Aconseja a los estudiantes y a los investigadores que modelen, es decir, que se formen su propio cerebro para adaptarlo a su trabajo.

BIBLIOGRAFÍA
PUBLICACIONES DE RAMÓN Y CAJAL

- (1892 a). Nuevo concepto de la histología de los centros nerviosos. *Revista de Ciencias Médicas de Barcelona*, tomo XVIII, pp. 1-68.
- (1892 b). La retina de los teleósteos y algunas observaciones sobre los vertebrados inferiores. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, tomo XXI, pp. 281-305.
- (1894). Consideraciones generales sobre la morfología de la célula nerviosa. *La Veterinaria Española*, tomo XXXVIII, pp. 257-260, 273-275 y 289-291.
- (1904). *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*. Madrid, Imprenta de Nicolás Moya.
- (1908). *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Primer Congreso*. Madrid, Imprenta de Eduardo Arias.
- (1960). *Escritos Inéditos*. Zaragoza, Institución "Fernando el Católico".
- (1982). *Charlas de café*. Madrid, Espasa-Calpe.

