

RAMON Y CAJAL Y SKINNER: COINCIDENCIAS METODOLOGICAS, EPISTEMOLOGICAS Y BIOGRAFICAS.

MARIANO CHOLIZ MONTAÑES

RESUMEN

El presente trabajo pretende relacionar a dos investigadores de excepción (Ramón y Cajal y Skinner) en su concepción teórica de la ciencia y del método experimental, así como relatar otras coincidencias biográficas y personales que facilitaron su labor científica.

A lo largo del trabajo presentamos citas de Skinner y de Ramón y Cajal para poner de manifiesto sus planteamientos y concepciones comunes.

SUMMARY

The present paper tries to establish relation between two exceptional researchers (Ramón y Cajal y Skinner) about their theoretic concept of science, experimental method, and relate other biographic and personal coincidences.

Skinner's and Ramón y Cajal's citations are presented all over the paper in order to demonstrate their common ideas.

1. INTRODUCCION.-

El presente trabajo es un intento de acercamiento de dos gigantes de la historia de la ciencia: Santiago Ramón y Cajal y Burrhus F. Skinner.

Queremos poner de manifiesto las coincidencias en la concepción de lo que debe ser la ciencia y en la metodología utilizada, así como algunas notas biográficas que, aunque anecdóticas, acercan a dos personajes separados no sólo por el Atlántico Mar, sino por unas condiciones sociales, macro y microeconómicas harto dispares que distancian dos épocas y dos naciones: la España del siglo XIX y principios del XX y los Estados Unidos del vigésimo siglo.

2. CONCEPCION TEORICA SOBRE LA CIENCIA.-

Si existe un factor que integre la concepción científica de Cajal y Skinner es la filosofía positivista de Comte y la metodología experimental de Claude Bernard.

Las características comunes más relevantes entre ambos científicos son las siguientes:

1. La ciencia debe abandonar el estudio de las causas.

La ciencia no debe buscar la explicación de los hechos, sino describir cómo acontecen y descubrir las leyes que los gobiernan.

Para Cajal, como para Skinner, la ciencia debe desistir en la búsqueda de "causas primeras", o el conocimiento de la sustancia. El científico únicamente debe describir los fenómenos e intentar descubrir las relaciones entre ellos. No es necesario conocer la esencia de las cosas, el porqué de los fenómenos. Describir cómo se producen, determinar sus relaciones con otros fenómenos y conocer las condiciones en las que acontecen nos servirá para replicar o modificar el fenómeno según nuestro interés.

"Otra verdad, vulgarísima ya de puro repetida, es que la ciencia humana debe descartar, como inabordable empresa, el esclarecimiento de las causas primeras y el conocimiento del fondo sustancial oculto bajo las apariencias fenomenales del Universo. Como ha declarado Claudio Bernard, el investigador no puede pasar del determinismo de los fenómenos, su misión queda reducida a mostrar el cómo, nunca el porqué de las mutaciones observadas. Ideal modesto en el terreno filosófico, pero todavía grandioso en el orden práctico, porque conocer las condiciones bajo las cuales nace un fenómeno nos capacita para reproducirlo o suspenderlo a nuestro antojo y nos hace dueños de él, explotándolo en beneficio de la naturaleza humana. Previsión y acción, he aquí los frutos que el hombre obtiene del determinismo fenomenal". (Ramón y Cajal, 1941, pg. 16).

"La antigua 'relación causa-efecto' se convierte en 'relación funcional'. Estos nuevos términos no indican cómo la causa produce su efecto, sino que se limitan simplemente a afirmar que hechos diferentes tienden a producirse juntos en cierto orden" (Skinner, 1953, pg. 53).

"...El cometido de un análisis científico consiste en explicar cómo la conducta de una persona, en cuanto sistema físico, se relaciona con las condiciones bajo las cuales vive el individuo. A menos que exista alguna intervención caprichosa o creacionista, estos hechos deben estar relacionados y de esta forma ninguna otra intervención resulta ya necesaria. (Skinner, 1971, pg. 12-13)

Cajal llega todavía más en estos planteamientos, defendiendo este proceder intelectual en base a consideraciones propiamente fisiológicas, señalando que el cerebro es un órgano encargado de asuntos prácticos y cuya estructura y funcionamiento se adecua perfectamente a la búsqueda de relaciones entre los fenómenos y no para buscar las causas últimas de los hechos.

"...Órgano de acción encaminado a fines prácticos, nuestro cerebro parece haber sido construido no para hallar las últimas razones de las cosas, sino para fijar sus causas próximas y determinar sus relaciones constantes..." (Ramón y Cajal, 1941, pg. 17)

"...Pero dada la penuria analítica de nuestros sentidos, que sólo representan registros numéricos de movimientos, y no de todos, sino de unos pocos, para los cuales se hallan tonalizadas las fibras nerviosas; y supuesta la pobreza y limitación de nuestro entendimiento, cuya labor se reduce a combinar y relacionar de mil maneras dicha menguada gama de representaciones del mundo exterior, la Ciencia no tiene más recurso que fijar el orden de sucesión de los fenómenos y determinar las leyes empíricas y derivadas que lo rigen." (Ramón y Cajal, 1941, pg. 17-18)

Para explicar es necesario reproducir experimentalmente las condiciones que controlan los acontecimientos, el énfasis recae en el control directo de las variables a investigar como único requisito metodológico, siguiendo la frase de Pavlov que tanto influyó en Skinner: "controla tus condiciones y controlarás el orden" (Skinner, 1972, pg. 115)

"El establecimiento de las dimensiones del comportamiento y de las variables relacionadas con él, la insistencia en la predicción y el control, el empleo de las matemáticas donde se permite la cuantificación, todo eso fueron pasos esenciales y no ostentaciones fatuas." (Skinner, 1974, pg. 209-210)

No obstante lo dicho, podemos distinguir tanto en Cajal como en Skinner dos niveles acerca del problema de la causalidad:

- a. A nivel científico no podemos pasar de la descripción de las manifestaciones fenoménicas.
- b. A nivel filosófico, queda la duda si el avance de las diferentes ciencias podrán desvelarnos algún día los secretos de la vida. En esto se delata en ambos un optimismo ciego por el desarrollo de la ciencia:

"¿Quién sabe si, a fuerza de siglos, cuando el hombre, superiormente adaptado al medio en que vegeta, haya perfeccionado sus registros óptico y acústico, y el cerebro permita combinaciones ideales más complejas, podrá la Ciencia desentrañar las leyes más generales de la materia, dentro de las cuales, y como caso particular de las mismas, se encerrará quizá el extraordinario fenómeno de la vida y del pensamiento!" (Ramón y Cajal, 1941, pg.18)

"El análisis comportamental reconoce la importancia de la investigación fisiológica. Eventualmente se verá que lo que un organismo hace se debe a lo que él es; por ahora se comporta y algún día el fisiólogo nos dará todos los detalles. También nos dirá cómo ha llegado el organismo a esa condición como resultado de su exposición previa al ambiente como miembro de la especie y como individuo" (Skinner, 1974, pg. 222-223)

El establecimiento de las relaciones funcionales entre diferentes acontecimientos nos permite que tengamos un control directo de ellos si reproducimos según nuestra conveniencia las condiciones bajo las cuales se presentan los hechos. Se trata de una concepción ciertamente **pragmática** de la ciencia. Skinner es un firme defensor de las posibilidades de optimización de la calidad de vida del hombre en función del conocimiento de los estímulos que controlan el comportamiento del ser humano. El hecho de no conocerlos únicamente nos hace ciegos a ellos, pero siguen ejerciendo su control. Tal y como señala en "Más allá de la libertad y la dignidad", el investigador deberá conocerlos para evitar que seamos controlados autoritariamente.

2. Negación de la metafísica.

El único procedimiento preciso de conocimiento de la naturaleza es el método científico. Los hechos son mero funcionamiento mecánico de leyes físico-químicas, de manera que sólo podemos conocer de forma positiva los hechos y las leyes que los gobiernan

"La historia de la civilización demuestra hasta la saciedad la esterilidad de la metafísica en sus reiterados esfuerzos por adivinar las leyes de la naturaleza. El humano intelecto, de espaldas a la realidad y concentrado en sí mismo, es impotente para dilucidar los más sencillos rodajes de la máquina del mundo y de la vida". (Ramón y Cajal, 1941, pg. 19)

Por su parte, la obra entera de Skinner es una apología contra el mentalismo...

"En la ciencia del comportamiento o en su filosofía no hay nada que necesite alterar los sentimientos o las observaciones introspectivas. Se reconocen los estados corporales sentidos u observados, pero se destacan las condiciones ambientales con las cuales ellos se asocian, y se insiste en que son las condiciones, y no los sentimientos, los que nos permiten explicar el comportamiento" (Skinner, 1974, pg. 219)

"Los existencialistas, fenomenólogos y estructuralistas afirman frecuentemente que al limitarse a la predicción y el control, la ciencia del comportamiento no capta la naturaleza esencial del ser humano (...) pero cuanto más plenamente comprendamos la relación entre el comportamiento y sus antecedentes genéticos y ambientales, más claramente comprenderemos la naturaleza o esencia de la especie" (Skinner, 1974, pg. 204).

El embeite que Skinner realiza contra las orientaciones mentalistas en psicología es comparable con las controversias entre Ramón y Cajal y los idealistas, entre los que se encuentra Menéndez Pelayo.

3. Invariabilidad de las leyes de la naturaleza.

Las leyes de la naturaleza son inmutables. El investigador debe descubrirlas mediante el estudio de los hechos externos, alejándose de cualquier postura metafísica o mentalista. Aquí es donde se demuestra a profunda influencia de Claude Bernard tanto en Cajal como en Skinner: "todo ocurre conforme a leyes absolutas, siempre normales y determinadas" (Bernard, 1959, pg. 36). Los efectos variarán con las condiciones que los produzcan, las leyes no.

4. La investigación debe comenzar en el laboratorio.

Se trata de otro de los legados fundamentales de Bernard, es decir, después de la observación debemos realizar la experimentación, el gran criterio científico. El experimento se convierte en el acontecimiento científico por antonomasia y Skinner y Cajal son baluartes universales de la religión del laboratorio, del control experimental y riguroso de todas las variables. En este sentido es ocioso entresacar de la obra de Cajal frases o comentarios alusivos a la conveniencia del estudio del laboratorio, porque su vida entera transcurrió dentro de ellos. Los datos extraídos de sus cuidadosas preparaciones tenían un valor mágico, casi religioso para él. Por otro lado, Skinner, otro investigador que vivió más horas en su vida dentro de un laboratorio que en cualquier otro lugar, concibe que el conocimiento de los hechos debe establecerse precisamente mediante el control de las variables en la experimentación.

"El ámbito del laboratorio se diseña para controlar las condiciones. Algunas se mantienen tan constantes como es posible, otras se cambian de manera ordenada... El análisis de laboratorio permite identificar las variables importantes y descartar otras que, aunque posiblemente más atractivas, puedan tener poca o ninguna relación con el comportamiento que se está observando" (Skinner, 1974, pp. 206-207)

Skinner sale al paso de las críticas de simplicidad del conductismo expresando que *"una ciencia del comportamiento es particularmente vulnerable a la acusación de simplificación porque es difícil creer que un principio bastante sencillo puede tener vastas consecuencias en nuestras vidas. Hemos aprendido a aceptar discrepancias aparentes en otros campos. Ya no nos resulta difícil creer que una bacteria o un virus puedan explicar la devastación de una plaga, o que el deslizamiento de partes de la corteza terrestre pueda explicar la tragedia de una ciudad destruida por acción de un terremoto. Pero nos resulta mucho más difícil creer que las contingencias de refuerzo pueden ser realmente las raíces de las guerras, del arte, la música y la literatura. Todas las ciencias simplifican las condiciones que estudian tanto como les es posible, pero esto no significa que se nieguen a examinar casos más complejos tan pronto como puedan hacerlo provechosamente"* (Skinner, 1974, pg. 208).

5. El hombre puede actuar sobre las leyes una vez que las conoce.

A pesar de que la ciencia debe comenzar en el laboratorio y tratar de buscar leyes generales, el hecho es que no puede desligarse la investigación básica de la aplicada, que se trata de una disyunción falaz e incongruente: no puede haber ciencia aplicada sin antes haber estudiado los fundamentos básicos, y la investigación básica conduce indefectiblemente a aplicaciones relevantes socialmente.

"Otro de los vicios del pensamiento que importa combatir a todo trance es la falsa distinción entre ciencia teórica y ciencia práctica, con la consiguiente alabanza de la última y el desprecio sistemático de la primera. (...) ¿habrá alguno tan menguado de sindéresis que no repare que allí donde los principios o los hechos son descubiertos brotan también, por modo inmediato, las aplicaciones?" (Ramón y Cajal, 1941, pp.32-33).

"La investigación básica en la ciencia del comportamiento es esencialmente manipulativa; el experimentador dispone las condiciones bajo las cuales el sujeto ha de comportarse de una manera dada y, cuando lo hace, controla el comportamiento." (so, 1974, pg. 218)

6. Experimentación con animales

Cajal, como Skinner trabajaron en gran medida con animales. La experimentación animal tiene su justificación en cuanto que supone que existe continuidad en la evolución filogenética que permite que ciertos descubrimientos realizados en animales inferiores puedan trasladarse en alguna medida a animales superiores en los que las condiciones

experimentales hubieran sido mucho más dificultosas de llevar a cabo. Tal es la razón por la que se emplean animales de laboratorio en una ingente cantidad de experimentos en psicología y medicina.

Si para el conductismo es paradigmático el trabajar con animales, en los que puede realizarse con mucho mayor rigor el control experimental de variables, así como utilizar conductas más sencillas de manera que podamos determinar las leyes que rigen el comportamiento, uno de los grandes méritos de Cajal fué utilizar muestras citológicas de animales para descubrir cómo funciona el sistema nervioso no sólo de organismos inferiores, sino fundamentalmente del hombre. Esta decisión le permitió avanzar y descubrir fenómenos que les resistían insoldables a los investigadores de su tiempo que utilizaban exclusivamente muestras humanas.

"...Y si el encéfalo y demás órganos centrales adultos del hombre y los vertebrados son demasiado complejos para permitir escrutar mediante dicho recurso su plan estructural, ¿por qué no aplicar el método sistemáticamente a los animales inferiores o a las fases tempranas de la evolución ontogénica, en las cuales el sistema nervioso debe ofrecer organización sencilla y, por decirlo así, esquemática?" (Ramón y Cajal, 1981, pp. 58-59).

Es evidente que Cajal aboga por el estudio de conductas sencillas e ir avanzando en nuestro conocimiento desde los aspectos más simples a las formas más organizadas y complejas. De igual manera, Skinner defiende la experimentación con animales en los siguientes términos:

"...Existen muy buenas razones para empezar con casos sencillos, avanzando sólomente en la medida en que el poder del análisis lo permita. Si esto significa, como parece significar, que se empiece con animales, indudablemente el énfasis se pone en aquellas características que las personas y los animales tienen en común. Sin embargo, hay una ventaja, pues sólomente de esta manera podemos estar seguros de qué es lo exclusivamente humano. No es error, como sostiene algún autor, "tratar de aplicar un sistema desarrollado a partir de un trabajo limitado con animales a la sociedad humana y al campo total de la experiencia humana". Esa es la dirección -de lo simple a lo complejo- en la que avanzan todas las ciencias. Pero el sistema se aplica haciendo desaparecer los límites tan pronto como sea posible y trabajando directamente con el comportamiento humano" "... Tanto en los animales como en el hombre ocurren los mismos procesos básicos, de la misma manera que en ambos se puede encontrar la misma clase de sistema nervioso. Desde luego que existen diferencias enormes en la complejidad de sus repertorios". (Skinner, 1974, pg. 205).

3. METODOLOGIA

Si Cajal y Skinner presentan puntos en común en cuanto a la concepción teórica de la ciencia, la similitud en cuanto al método científico es total. Uno en fisiología y otro en psicología, son exponentes máximos de la metodología inductiva en la investigación.

1. Observación y registro de los datos.

Sería complicado decidir cuál de los autores ha dedicado más tiempo a la observación y al registro de los datos. Las preparaciones microscópicas de Cajal antes de redactar una ley o antes de proponer una estructura celular son ingentes y deben aparecer con diáfana claridad. Por otro lado, para definir una ley, las palomas de Skinner han picoteado o dejado de picotear el disco miles de veces.

Skinner es un firme defensor del estudio del caso único como procedimiento ideal para la ciencia del comportamiento, lejos de las estadísticas lo que interesa es el control experimental de las variables que inciden en la conducta, manipularlas y describir las consecuencias que producen en el comportamiento.

"Estamos llegando a una ciencia del individuo. Y se llegará a ella no recurriendo a alguna teoría especial del conocimiento donde la intuición o la comprensión ocupen el puesto de la observación y el análisis, sino a través de una mayor captación de aquellas condiciones pertinentes que originan el orden en el caso individual" (Skinner, 1972, pg.132)

2. Rechazo por las teorías.

Si hay un punto en el que las concepciones cajalianas y skinnerianas coinciden absolutamente es en el rechazo de las teorías. Son firmes partidarios de un método inductivo, con hipótesis de trabajo y conducente a leyes generales después de comprobarse individualmente en numerosas ocasiones. Como anécdota, Cajal descubrió el sistema reticular de la célula varios años antes que Golgi, pero no se decidía a plantearlo ante la comunidad científica porque no consideraba que las preparaciones microscópicas fueran absolutamente convincentes. Con muchas menos preparaciones y de peor calidad, Golgi lo expuso en 1894. A partir de entonces dicho aparato lleva el nombre del científico de Pavia.

Los hechos, más que las teorías, son los que tienen la última palabra. Las teorías pueden confundir y conducir a interpretaciones erróneas, mientras que los datos representan la realidad tal y como ésta se manifiesta. Un mismo acontecimiento puede interpretarse de formas contrarias en función de la teoría en que se base el investigador. Es preferible despojarse de ella y observar los datos tal y como aparecen.

"Soy adepto ferviente de la religión de los hechos. Los hechos quedan y las teorías pasan" (Ramón y Cajal, 1981, pg. 185)

Ramón y Cajal defiende que su postura crítica ante las teorías simplistas en las que debían integrarse los datos recogidos fue lo que determinó el rechazo de la teoría reticular y el desarrollo del neurismo, sin duda ninguna el mayor logro científico de la histología del sistema nervioso.

"...Insisto en estos detalles porque deseo prevenir a la juventud contra la invencible atracción de las teorías simplistas y seductoramente unificadoras. Subyugados por la teoría, los principiantes histólogos veíamos entonces redes por todas las partes". (Ramón y Cajal, 1981, pg. 52)

Por su parte, los comentarios de Skinner al respecto son los siguientes:

"Tal vez prescindir de las teorías de forma absoluta sea un tuor de force excesivo como práctica general. Las teorías son divertidas. Pero es posible que el progreso más rápido hacia una comprensión del aprendizaje se consiga mediante una investigación no dirigida a poner a prueba las teorías. El ímpetu adecuado se obtiene tendiendo a conseguir datos que demuestren cambios ordenados característicos de los procesos de aprendizaje. Un programa científico aceptable consiste en reunir datos de este género y relacionarlos con variables manipulables, seleccionadas para el estudio a través de una exploración juiciosa del terreno"

Y continua diciendo:

"ello no excluye la posibilidad de la teoría en otro sentido. Más allá de la reunión de relaciones uniformes se encuentra la necesidad de una representación formal de los datos reducidos a un número mínimo de términos" (Skinner, 1972, pg. 111).

El no estar subyugado a las teorías, sino proceder a describir minuciosamente los datos obtenidos mediante riguroso control experimental llevó a Cajal a su doctrina de la neurona (desterrando para siempre del campo de la neurobiología a la teoría reticular), así como los numerosos hallazgos que jalonan su labor científica. Skinner desarrolló sus leyes sobre el aprendizaje y los principios que gobiernan la conducta de los organismos.

Cuando Cajal descubre que el sistema nervioso no conduce la información en forma de red, sino que las células nerviosas finalizan en unas terminaciones y de ellas la

Ramón y Cajal y Skinner: Coincidencias teóricas y ...

información pasa a la siguiente, doctrina que es el fundamento del neurismo, señala lo siguiente:

"...Mas por una vez abrigaba la certidumbre de no haberme equivocado; porque en realidad las leyes enunciadas venían a ser la expresión ingénua de los hechos, sin mezcla alguna de subjetivismo. No se trataba ahora de una hipótesis más, sino de una inducción legítima con todas las garantías de certeza apetecibles. Estaba demasiado escarmentado por el error cometido al interpretar temerariamente la estructura del tejido muscular, para proceder de ligero o dejarme seducir por una mera concepción teórica, propia o ajena". (Ramón y Cajal, 1981, pp. 75-76)

3. Descubrimiento de leyes

La utilización rigurosa de la metodología inductiva y la persistente investigación llevaron tanto a Skinner como a Cajal al descubrimiento de una serie de leyes de trascendental importancia para la psicología y la fisiología.

a. Ramón y Cajal descubre las siguientes leyes:

- ley de la polarización dinámica
- ley de la unidad de impresión
- ley del alud nervioso
- principio de individualidad de la neurona
- teoría neurotrópica

y un sinnúmero de leyes recogidas como "leyes de la morfología y dinamismo de las células nerviosas"

Además de las leyes mencionadas Ramón y Cajal ha sido el autor que más descubrimientos en morfología celular ha realizado en toda la historia de la neurobiología. Relatar sus descubrimientos trascendería incluso varias publicaciones.

b. Las leyes más representativas de Skinner son:

- Leyes estáticas del reflejo:
 - .Ley del umbral
 - .Ley de la latencia
 - .Ley de la magnitud de la respuesta
 - .Ley de la postdescarga
 - .Ley de la suma temporal
- Leyes dinámicas de la fuerza del reflejo:
 - .Ley de la fase refractaria
 - .Ley de la fatiga del reflejo
 - .Ley de la facilitación
 - .Ley de inhibición
 - .Ley de condicionamiento tipo S
 - .Ley de extinción tipo S
 - .Ley del condicionamiento tipo R
 - .Ley de la extinción tipo R
- Leyes de interacción de los reflejos:
 - .Ley de la compatibilidad
 - .Ley de la prepotencia
 - .Ley de la suma algebraica
 - .Ley de la mezcla
 - .Ley de la suma espacial
 - .Ley del encadenamiento
 - .Ley de la inducción

4. ANECDOTARIO BIOGRAFICO.-

Una vez expuestos los puntos que tienen en común respecto a la concepción de la ciencia y la metodología experimental, detallamos una serie de coincidencias biográficas que en muchos casos facilitaron su labor investigadora y caracterizaron su actividad científica.

1. Habilidad manual e ingenio

Posiblemente una de las características personales que facilitaron enormemente la labor científica fue que ambos eran extraordinariamente ingeniosos y hábiles manualmente. En una época donde no se podía imaginar el desarrollo tecnológico actual, Skinner debió idear un sistema de registro automático y un procedimiento de representación gráfico, mientras que Cajal debía idear procedimientos de tinción de las células para poder detectar su estructura morfológica.

El diseño de la "caja de Skinner" es extraordinariamente importante para el desarrollo de la investigación en condicionamiento. El animal realiza una serie de conductas y éstas quedan registradas automáticamente sin necesidad de que el experimentador esté presente anotando la frecuencia y tasa de respuesta en cada una de las condiciones. De esta manera, Skinner en los años 30 puede comenzar a registrar centenares de miles de respuestas. Se trata, sin duda del ideal de un investigador inductivo.

Otra aportación fundamental fue el registro acumulativo. Se trata de una gráfica registrada automáticamente y extraordinariamente sencilla de interpretar. El mismo nos relata cómo realizó el ingenio.

"Y ahí va un tercer principio de práctica científica: hay gente con suerte. El disco de madera con el cual preparé el depósito de comida de mi aparato procedía de un almacén de aparatos inservibles. Resultó que tenía un eje central, que tuve la suerte de no molestarme en cortar. Un día se me ocurrió que si arrollaba un hilo por aquel eje y dejaba que fuese desenrollándose a medida que iba vaciando el depósito tendría un registro de otro tipo. En vez de un simple informe de movimiento de arriba abajo de la pista, como una serie de marcas en un polígrafo, obtendría una curva... la curva reveló cosas relacionadas con la tasa de respuestas y los cambios en dicha tasa que de otro modo hubieran faltado. Los psicólogos han ido adoptando curvas acumulativas con gran lentitud, pero debo decir que se han convertido en un útil indispensable para ciertos fines analíticos". (Skinner, 1972, pp. 120-121).

En cuanto a Cajal, una de sus principales aportaciones fue el perfeccionamiento del método de coloración de las células nerviosas. Los procedimientos utilizados hasta la fecha por Golgi, Ehrlich, Apathy o Bethe no lograban teñir diferencialmente los diferentes componentes celulares, lo que dificultaba la detección de los orgánulos celulares, así como la propia estructura de la neurona.

"¿Cuánta verdad es que las más sencillas soluciones acuden siempre las últimas y que la imaginación constructiva, antes de hallar el buen camino, la ansiada fórmula económica que diría Mach, comienza a perderse en lo complicado!... He aquí la idea elemental y fecunda que tanto coqueteó antes de entregarse: la sustancia enigmática generadora de la reacción neurofibrillar, debe ser pura y sencillamente el nitrato de plata caliente libre, susceptible de precipitarse, en virtud de procesos físicos, sobre el esqueleto neurofibrillar modificado por la acción de la temperatura. Los cloruros y bromuros argénticos no sólo toman parte en la reacción, sino que la dificultan. Si el depósito metálico proviene del nitrato argéntico incorporado a un medio coloidal, resulta evidente que sólo una revelación física puede precipitar dicho nitrato sobre las estructuras protoplásmicas, respetando los bromuros y cloruros perturbadores que con los nuevos reveladores serán incapaces de reducirse". (Ramón y Cajal, 1981, pg. 246).

2. Preparación intelectual y capacidad investigadora

Ambos son intelectuales y cultivados, conocedores del pensamiento científico y filosófico. En sus escritos abundan las citas a pensadores y filósofos, ora de acuerdo, ora mostrando disconformidad en sus planteamientos, pero ambos han leído a los clásicos y a los pensadores coetáneos. Ambos están presentes y son conocedores del ambiente intelectual de su país. Están influidos por el positivismo de Comte, la metodología experimental de Bernard y el evolucionismo darwiniano.

Ambos cultivan el ensayo científico y otros géneros literarios. Además de los trabajos científicos expresan sus reflexiones y pensamientos en forma de novelas, ensayos o comentarios breves.

Ambos octogenarios y ambos publican en las postrimerías de la muerte obras de su vejez, con claras reflexiones autobiográficas ("Disfrutar la vejez", "El mundo visto a los ochenta años").

Ambos poseen una extraordinaria autodisciplina. Para Cajal, la voluntad es el principal atributo del hombre de ciencia:

"debe inculcarse lo que podríamos denominar polarización cerebral, o atención crónica, esto es, orientación permanente, durante meses y aún años, de todas nuestras facultades hacia un objeto de estudio. Infinitos son los ingenios brillantes que por carecerde este atributo que los franceses designan esprit de suite, se esterilizan en sus meditaciones" (Ramón y Cajal, 1941, pg. 45).

"Las deficiencias de la aptitud nativa son compensables mediante un exceso de trabajo y de atención. Cabría afirmar que el trabajo sustituye al talento, o mejor dicho, crea el talento. Quien desee firmísimamente mejorar su condición acabará por lograrlo". (Ramón y Cajal, 1941, pg. 38).

Cajal hace continuas referencias a que la voluntad es (junto con el patriotismo) la mejor virtud que puede tener un investigador, la imprescindible. Su trabajo minucioso, sus miles de preparaciones y trabajo detallado son prueba de ello. Skinner, por otro lado, dedicó toda su vida a la experimentación

"Durante su estancia en Harvard como estudiante, Skinner adquiere una rigurosa autodisciplina. Se levanta diariamente a las seis de la mañana, estudia hasta la hora de desayunar, asiste a clases, laboratorios y bibliotecas, estudia hasta las nueve de la noche y se va a dormir..." (Bayés, 1976).

Cajal realizó miles de preparaciones micrográficas. Sin duda que lo que hizo posible sus descubrimientos fué su incansable capacidad de trabajo y la replicación de todos los estudios de los científicos extranjeros para comprobar si se cumplían sus resultados. Skinner realizaría cientos de miles de horas de registro y miles de millones de respuestas evaluadas en su famosa caja.

Ambos publican autobiografías en las que relatan su vida y su formación como investigadores ("Historia de mi labor científica" por parte de Ramón y Cajal, y "Cómo se forma un conductista" por parte de Skinner).

Ambos poseen independencia de criterio que les induce a descubrimientos originales y relevantes. Cajal argumenta que la independencia de juicio es uno de los requisitos fundamentales para el avance de la investigación. Ello le valió alejarse de la concepción reticular del sistema nervioso y describir la individualidad de la neurona y la conducción única de la información nerviosa. Skinner, sin lugar a duda, no ha sido un científico convencional. Su independencia de criterio ha hecho posible el desarrollo de una

5. BIBLIOGRAFIA

- Bayés,R. (1976): Antropología bio-psíquica de Skinner. En J. Sahagún: *Antropologías del Siglo XX*. Salamanca. Sígueme.
- Ramón y Cajal, S. (1897-1904): *Textura del sistema nervioso del hombre y los vertebrados*. Madrid. Nicolás Moya
- Ramón y Cajal, S. (1913-1914): *Estudios sobre la degeneración y regeneración del sistema nervioso*. Madrid. Nicolás Moya.
- Ramón y Cajal, S. (1941): *Los tónicos de la voluntad*. Madrid. Espasa-Calpe
- Ramón y Cajal, S. (1981): *Recuerdos de mi vida: historia de mi labor científica*. Madrid. Alianza.
- Rodríguez,E. (1977): *Así era Cajal*. Madrid. Espasa-Calpe.
- Skinner,B.F. (1938): *The behavior of organisms*. N.Y. Appleton Century Crofts. La conducta de los organismos. Barcelona. Fontanella.

- Skinner, B.F. (1953): *Science and human behavior*. N.Y. Macmillan Company. Traducido al castellano: *Ciencia y conducta humana*. Barcelona. Fontanella.
- Skinner, B.F. (1971): *Beyond freedom and dignity*. N.Y. Alfred Knopf. Traducido al castellano: *Más allá de la libertad y la dignidad*. Barcelona. Fontanella.
- Skinner, B.F. (1972): *Cumulative Record*. N.Y. Appleton Century Crofts. Traducido al castellano: *Registro acumulativo*. Barcelona. Fontanella.
- Skinner, B.F. (1974): *About behaviorism*. N.Y. Alfred Knopf. Traducido al castellano: *Sobre el conductismo*. Barcelona. Orbis.
- Skinner, B.F. (1979): *The shaping of a behaviorist*. N.Y. Alfred Knopf Press. Traducido al castellano: *Autobiografía*. Barcelona. Fontanella.