

# ESTIMULACION CEREBRAL Y TEORIA PSICOLOGICA

RUBÉN ARDILA

*Universidad Nacional de Colombia*

## MOTIVACION Y COMPORTAMIENTO

A partir de los trabajos de Thorndike (1898) en el campo del aprendizaje, todos los investigadores han tomado en cuenta el papel que juegan los factores motivacionales en el proceso. La mayor parte de las teorías del aprendizaje dan importancia al premio y al castigo (Ardila, 1967); se basan en la ley del efecto y buscan explicar la proporción del aprendizaje, y la selectividad de lo aprendido. Generalmente los factores motivacionales se infieren a partir de las relaciones observadas entre ciertas condiciones antecedentes y ciertos comportamientos posteriores.

“Teorías del aprendizaje” es uno de esos términos que la psicología tomó del lenguaje común y cuya elección no parece ser muy acertada. “Aprendizaje” es un término equívoco, y se refiere a toda modificación del comportamiento por sus secuencias; sin embargo en la vida diaria tiene un sentido diferente, se habla de “aprender una tarea X”, y en sentido amplio se iguala a “conocimiento”. Por otra parte no todas las así llamadas teorías del aprendizaje son “teorías” en un sentido estricto, sino sistemas. Skinner, uno de los principales especialistas en aprendizaje, pone en duda la necesidad de teorías en este campo y en el estado actual de la investigación (1950), y sin embargo su sistema se incluye generalmente dentro de las teorías del aprendizaje. Hull prefirió hablar de “teorías del comportamiento”, lo cual seguramente es más acertado. Un término que expresa más a cabalidad la situación es el de teoría psicológica. Además hace justicia a lo que los psicólogos están buscando al estudiar las modificaciones de la conducta en situaciones de laboratorio (Hilgard y Bower, 1966).

La *motivación* como factor intermediario entre ciertas condiciones antecedentes y cierto comportamiento, puede entenderse mejor con el siguiente esquema:



Empíricamente se observa que las Condiciones Antecedentes preceden al comportamiento; la privación, el incentivo o la estimulación nociva tienen ciertos efectos sobre la conducta, llevan a aprender

algo, a hacer algo, o a hacerlo en cierto grado mayor o menor. En el medio entre Condiciones Antecedentes y Comportamiento se hace intervenir un factor hipotético, la Motivación. Esta es todavía la situación en la mayor parte de las investigaciones. Se priva al animal de alimento por ejemplo, por 12 horas, y se observa que recorre el laberinto a cierta velocidad o cometiendo cierto número de errores; se le priva por 24 y se nota que lo recorre más rápidamente o comete menos errores.

Sin embargo en 1954 un enfoque completamente nuevo del problema de la motivación surgió debido a los trabajos de James Olds, un joven psicólogo norteamericano. Después de recibir su doctorado en Psicología en Harvard, en 1953, Olds fue a estudiar a la Universidad de McGill en Canadá, en el laboratorio de Donald O. Hebb. Allí se asoció por cierto tiempo con P. M. Milner, de la Universidad de McGill, y juntos realizaron los trabajos sobre auto-estimulación cerebral a los cuales me referiré en detalle más adelante. Olds ha sido profesor de psicología en California y ahora lo es en la Universidad de Michigan. En 1967 recibió el premio que la American Psychological Association concede anualmente por importantes contribuciones científicas. En agosto de 1968 al recibir ese premio se leyó la siguiente citación:

“James Olds. Por sus estudios sobre la relación entre cerebro y comportamiento. Descubrió lo que puede ser el más importante mecanismo motivacional, y proporcionó un modelo fisiológico para la antigua creencia del hombre en los procesos hedónicos. Ha explorado extensamente las implicaciones conductuales, anatómicas, electrofisiológicas y neurofarmacológicas de su descubrimiento. Al hacerlo ha sido pionero en el desarrollo de métodos para registro cerebral y manipulación cerebral en animales que se comportan libremente”.

El descubrimiento de Olds de que en el cerebro existen áreas cuya estimulación puede actuar como un *premio* en el sentido de motivar el aprendizaje ha dado origen a muchísimos trabajos experimentales en los últimos años. Muy poco después José M. R. Delgado (1954) un fisiólogo español, profesor de la Universidad de Yale (Estados Unidos) descubrió un centro de “miedo”, cuya estimulación obra como *castigo*. Más adelante se hicieron cuidadosos mapas del cerebro en los cuales se anotan los centros de premio, los centros de castigo y otros cuya estimulación puede obrar como premio o castigo dependiendo de las condiciones.

Este descubrimiento puso en tela de juicio la afirmación de que todo aprendizaje se basa necesariamente en la reducción del impulso, como afirmaban Hull y sus seguidores. Olds y Milner insistieron en que el centro del premio no dependía para su efectividad de la re-

ducción de ningún impulso (Olds y Milner, 1954, p. 425).

En este trabajo mi objetivo es estudiar la relación existente entre estimulación cerebral, según la técnica descubierta por Olds, y teoría psicológica. En otras palabras, ver en qué forma las "teorías del aprendizaje" se afectan por el hecho de que existan en el cerebro centros de premio y castigo cuya estimulación tiene propiedades motivacionales completamente independientes de la reducción de los impulsos.

#### ESTIMULACION GENERAL

Una mejor comprensión del problema se logra si tenemos una visión de conjunto de qué significa la estimulación cerebral, cuáles son las técnicas utilizadas, las variables que se toman en cuenta y los resultados obtenidos.

Los experimentos se realizan con ratas, monos, gatos, etc, a los cuales se les implanta crónicamente electrodos en el cerebro; esto quiere decir que los animales están siempre con los electrodos, incluso cuando no están recibiendo estimulación eléctrica. En la situación experimental hay un circuito arreglado en forma tal que el animal pueda estimularse a sí mismo y producir descargas eléctricas a su cerebro por medio de los electrodos crónicamente implantados.

Los choques utilizados ordinariamente son de 60 ciclos, con una duración aproximada de medio segundo y con una variación entre 10 y 150 microamperios.

Se han aislado zonas del cerebro en las cuales el animal se estimula en forma continua, a veces inclusive 5.000 estimulaciones por hora. En otras zonas el animal evita la estimulación. Hay también zonas neutras. El efecto *positivo* se obtiene en los alrededores del hipotálamo (exceptuando los cuerpos mamilares), el rinencéfalo, el tálamo, el tegumento y el núcleo caudado. El efecto *negativo* se obtiene en las partes posteriores y laterales del diencéfalo y en las partes laterales del tegumento.

Hay muchas más zonas positivas (cuya estimulación se busca y se supone que actúa como premio) que negativas (se evita, y se cree que actúa como castigo). Olds (1958, c) ha observado que en animales con más de 200 electrodos implantados simultáneamente en diversas partes del cerebro, la proporción es la siguiente: 60% neutros, 35% positivos y 5% negativos.

Los animales aprenden a recorrer un laberinto complicado para recibir como premio la estimulación de ciertas zonas del cerebro. En la caja de Obstrucción de Warden se ha observado que las ratas recorren la rejilla electrizada con más frecuencia para recibir la estimulación a las zonas positivas que para recibir alimento.

Incluso se las ha enseñado según un diseño experimental un poco

complicado: a recibir 3 estimulaciones en un lado, cruzar la rejilla electrizada y recibir otras 3 estimulaciones, volver al primer lado a recibir otras tantas, y así sucesivamente.

Las variables que intervienen en el proceso son las siguientes:

1. Localización del electrodo en el cerebro.
2. Intensidad, frecuencia y duración de la estimulación.
3. Estado motivacional del organismo: se han estudiado los efectos del hambre, los andrógenos, la clorpromazina, el LSD, etc, sobre la estimulación cerebral.

El resultado de todos estos trabajos es un cuadro un poco complicado, en el cual hay unos cuantos hechos bien demostrados y repetibles, pero también otros que se prestan a múltiples interpretaciones.

#### FACTORES METODOLOGICOS

Pasando ahora a nuestro tema específico vemos que los trabajos relacionados con la estimulación cerebral que tienen importancia en teoría psicológica pueden clasificarse en 5 grupos:

1. Estimulación cerebral como premio.
2. Estimulación cerebral como castigo.
3. Estimulación cerebral que puede actuar como premio o castigo, en la misma área del cerebro.
4. Interacción entre estimulación y otros impulsos (hambre, sed, sexo, etc.)
5. Similitudes entre estimulación cerebral y otros impulsos.

1. *Estimulación cerebral como premio*: Fueron los primeros trabajos, cronológicamente. Olds y Milner (1954) encontraron que al pasar corrientes eléctricas de poca intensidad en las áreas hipotalámicas del cerebro de la rata, entre ellas el área septal, se lograban efectos de premio. Al mismo tiempo Heath (1954) había estado investigando con sujetos humanos en los cuales la estimulación en la región septal del cerebro producía sensaciones placenteras al decir de los sujetos. Sem-Jacobsen y Tornkidsen (1958) encontraron varias localizaciones del cerebro que después de estimularlas "los pacientes sonreían y pedían más estimulación". Los pacientes aprendieron a oprimir un botón con el fin de aplicarse estimulación eléctrica. Al pedirles que describieran sus experiencias dijeron que eran agradables, pero no podían explicar en detalle cómo o por qué; en todo caso la ausencia de estimulación no parecía un estado de déficit como sucede en los otros impulsos (hambre, sed).

La anterior enumeración de trabajos realizados con sujetos humanos no indica sin embargo que la mayoría de las investigaciones se hayan realizando con hombres. El animal de experimentación en la mayor parte de los casos ha sido la rata blanca. Olds (1958a) en-

contró que las ratas con implantaciones en diversas zonas del hipotálamo presionaban una palanca en la caja Skinner con gran frecuencia, y no daban señal de saciarse nunca. En cambio en sujetos con electrodos en las regiones del telencéfalo se presentaba saciación.

Desde entonces varios centenares de estudios han aparecido en diversas publicaciones científicas. La mayor parte de ellos se refiere a la efectividad relativa de implantaciones en diversas zonas del cerebro. Uno de los más interesantes es el llevado a cabo por Stein y Ray (1959). Ellos inventaron un instrumento en el cual las ratas podían seleccionar la intensidad de estimulación craneal que quisieran. Encontraron que los animales elegían siempre estimulaciones muy altas, que estaban más allá del umbral del refuerzo (o sea de los límites en los cuales se sabía que la estimulación actuaba como refuerzo del aprendizaje). Casi siempre eran intensidades más altas de las que el experimentador se atrevía a dar. Otros investigadores trabajaron con instrumentos en los cuales las ratas podían seleccionar la frecuencia y la duración de la estimulación, y hallaron resultados similares a los encontrados por Stein y Ray.

2. *Estimulación cerebral como castigo*: Se ha trabajado menos en este aspecto que en el anterior por razones metodológicas y teóricas. Metodológicamente, cuando el animal evita la estimulación cerebral, no es posible saber si se debe a que produce sensaciones desagradables por sí mismo, o si se debe a que estamos estimulando alguna área relacionada con sensaciones de dolor. Y desde el punto de vista de la teoría psicológica las implicaciones del estímulo nocivo no son tan importantes como las consecuencias del refuerzo positivo.

El primer trabajo sobre estimulación cerebral que se evitaba y producía efectos parecidos al miedo se debe a Delgado y sus asociados (1954); sus sujetos fueron gatos, que aprendían diversas tareas con el fin de evitar la estimulación cerebral. Esto indicaba que un choque eléctrico a ciertas áreas del cerebro producía una experiencia emocional similar al miedo que podía usarse para motivar el aprendizaje. Delgado et al. (1956) extendieron sus trabajos para incluir monos. Otros investigadores usaron otras especies, otras zonas cerebrales y otras tareas a aprender (Cohen, Brown y Brown, 1957); Roberts, (1962).

Ultimamente se ha llevado a cabo una gran cantidad de investigaciones que se refieren especialmente a detalles de técnica y a regiones del cerebro en las cuales se producen los efectos de castigo por medio de la estimulación.

3. *Estimulación cerebral como premio y castigo*: Un mismo electrodo, implantado en la misma área, puede actuar como premio o como castigo, si variamos la intensidad, frecuencia o duración de la estimulación. Bower y Miller (1958) fueron los primeros en observar

este fenómeno: la estimulación obraba como premio, pero si se continuaba se convertía en estímulo nocivo hasta el punto de que su terminación actuaba como premio. Reynolds (1958) encontró que con intensidades de estimulación relativamente bajas el número de presiones en la palanca en la caja de Skinner aumentaba progresivamente, pero al aumentar la intensidad de la corriente el número de presiones de la palanca disminuía rápidamente.

Otros trabajos se llevaron a cabo (Brown y Cohen, 1959) que complicaron el cuadro. Parecería que hubiera áreas específicamente de premio, otras específicamente de castigo, y otras que con estimulación de alta intensidad actuaban como castigo. Olds (1958b) criticó estos trabajos y dijo que no existía ninguna contradicción con sus hallazgos previos siempre que los electrodos se colocaran en las regiones adecuadas del cerebro: en otras por simple conflicto anatómico, la estimulación de premio podía afectar un área cercana cuya estimulación tenía carácter de castigo, lo cual producía los resultados aparentemente contradictorios.

4. *Interacción entre estimulación cerebral y otros impulsos:* Brady y sus colaboradores (1957) fueron los primeros en estudiar los efectos de la estimulación craneana en animales sometidos a privaciones severas de alimento y agua. Hallaron que la estimulación cerebral aumenta en línea directa con la privación.

Olds (1958b) estudió la relación entre impulso sexual, hambre y estimulación cerebral. Encontró que una estimulación que sirve como premio a veces aumenta el impulso a comer; con electrodos crónicamente implantados en el hipotálamo anterior, el hambre no aumenta el número de autoestimulaciones que el animal se da; con electrodos en el hipotálamo posterior sí lo hace. Después de castrar al animal la estimulación desaparece en ciertas zonas del cerebro, y con tratamiento de remplazo de andrógenos vuelve a aparecer.

Algunos investigadores (Hodes y Valenstein, 1960) no encontraron ninguna interacción entre estimulación cerebral y otros impulsos.

5. *Similitudes entre estimulación cerebral y otros impulsos:* Sidman y sus colaboradores (1955) hallaron que los programas de refuerzo con estimulación cerebral producen curvas acumuladas (según la técnica de Skinner) muy similares a las que se encuentran al estudiar la influencia de la privación de alimento; sin embargo esto funciona sólo hasta cierto punto, más allá de cual las proporciones de respuesta son diferentes con estimulación cerebral y con privación de alimento.

Olds (1958b) encontró que los animales cruzan una reja electrizada (en la Caja de Obstrucción) con el fin de recibir estimulación

cerebral; lo hacen con más frecuencia que si reciben alimento al otro lado de la reja; según esto los animales preferirían la estimulación que el alimento cuando están hambrientos. Otros investigadores no han hallado ninguna diferencia en la ejecución de animales motivados por estimulación cerebral y animales motivados por alimento (Pliskoff, et al., 1965; Pliskoff y Hawkins, 1967).

Las anteriores investigaciones han llevado a algunos especialistas a querer integrar los hallazgos de laboratorio en hipótesis explicativas, que en el estado actual de la investigación tienen sólo un carácter tentativo.

#### HIPOTESIS

El premio o castigo producido por la estimulación cerebral difiere del producido por los métodos clásicos estudiados anteriormente. Por eso es preciso concebir hipótesis completamente nuevas, en vez de integrar los hallazgos en las hipótesis existentes. Las principales *diferencias* entre el comportamiento producido por estimulación cerebral y el comportamiento motivado por alimento o por otro tipo de reforzador son:

A. No se sacia: El animal se estimula por horas y horas hasta que el sueño lo vence y después de dormir unas horas sigue estimulándose.

B. Se extingue rápidamente: si no se dá estimulación (por ejemplo si se desconecta la corriente) el comportamiento se extingue muy pronto.

C. Parece estar relacionado con otros impulsos: Sin embargo este punto se ha discutido una y otra vez, y los especialistas no están de acuerdo todavía.

Las principales *hipótesis* que se han presentado para explicar la manera de actuar de la estimulación cerebral son las siguientes:

1. *Hipótesis de Deutsch y Howarth* (1963): Según ellos la estimulación cerebral tiene dos funciones: premia la respuesta inmediata, y provee motivación para la siguiente respuesta de la cadena. Los dos factores han podido separarse (Deutsch, 1964). se parecería a la conocida situación de "comer maní" (Hebb, 1949), que se perpetúa indefinidamente porque cada maní sirve como estímulo para el siguiente.

2. *Hipótesis de Ball* (1965): La estimulación en los centros de *premio* tiene carácter de círculo vicioso, porque el animal se estimula continuamente con el fin de escapar de los efectos nocivos que aparecen cuando se deja de estimular. Sería similar a la situación del adicto a las drogas que necesita la siguiente inyección para evitar los efectos desagradables que son consecuencia de la dosis anterior. Es como una trampa en la cual el animal cae y no puede escapar. Estu-

diando los potenciales evocados. Ball encontró que la estimulación cerebral inhibía temporalmente casi el 90% de la estimulación procedente de los órganos sensoriales.

#### EFFECTOS EN LOS SISTEMAS DE COMPORTAMIENTO

Después de los trabajos realizados sobre estimulación cerebral no es posible afirmar que todo el aprendizaje sea motivado por la reducción de algún impulso (drive) como afirma la teoría de *Hull* (1943). Indudablemente las teorías que buscan explicar el aprendizaje por reducción de los impulsos deben sufrir una amplia revisión con el fin de dar cuenta de las propiedades motivacionales de la estimulación cerebral. Otras teorías, como la de *Guthrie* (1935) que atribuyen mínima importancia a la motivación en el aprendizaje, no se afectan mucho con los trabajos sobre estimulación cerebral.

*Skinner* denomina "refuerzo positivo" aquél que al añadirse en la situación aumenta la probabilidad de la respuesta; un "refuerzo negativo" es aquél que al ser removido de la situación aumenta la probabilidad de la respuesta. El refuerzo es definido por sus efectos. *Skinner* no se interesa en detalles teóricos o en el sustrato fisiológico del refuerzo. Por eso su sistema se afecta muy poco con los trabajos sobre estimulación cerebral. Es importante recordar, sin embargo, que casi toda la investigación sobre estimulación cerebral se ha llevado a cabo usando técnicas de condicionamiento operante, cajas de *Skinner*, etc. Otros sistemas de comportamiento como los de *Estes*, *Tolman* y la *Gestal* necesitarían revisiones menores. Sería importante saber cual es la reacción de los *freudianos* al descubrimiento de que existen centros de "placer" en el cerebro que no tiene nada que ver con el impulso sexual; sin embargo hasta este momento no ha habido ninguna reacción de parte de ellos.

Es interesante recordar que *Thorndike*, al comienzo del siglo 20, más de 50 años antes de *Olds*, postuló la existencia de un centro de premio en el cerebro, que sería el fundamento neurológico de la ley del efecto. El habló de "reacciones de las neuronas" y se interesó mucho en el sustrato fisiológico del aprendizaje, que no mereció gran atención en el período comprendido entre 1920 a 1950.

En conclusión parece que la estimulación cerebral no va a ir en contra de ninguno de los sistemas de comportamiento. El más afectado parece ser el de *Hull*, en su aceptación clásica de reducción del impulso. Sin embargo, se han señalado muchas similitudes entre estimulación cerebral e impulsos biológicos. Aunque aún no se ha dicho la última palabra al respecto el problema básico, tanto con la técnica de *Olds* como con la teoría de *Hull*, es encontrar una manera de cuantificar el impulso, con el fin de permitir comparaciones válidas. Quizás en vez de alterar todo el campo del aprendizaje, la técnica de

Olds va a proporcionar al psicólogo un nuevo método de estudiar las variaciones de comportamiento en forma más exacta.

## REFERENCIAS

- American Psychological Association. Distinguished Scientific Awards: 1967. *American Psychologist*, 1967, 22, 1128-1139.
- Ardila, R. El premio y el castigo en la psicología contemporánea. *Revista de Psicología General y Aplicada (España)*, 1967, 22, 39-45.
- Ball, G. G. Electrical self-stimulation of the brain and sensory inhibition. *Psychonomic Science*, 1967, 8, 489-490.
- Bishop, M. P., Elder, S. T., & Heath, R. G. Intracranial self-stimulation in man. *Science*, 1963, 140, 394-396.
- Bower, G. H., & Miller, N. E. Rewarding and punishing effects from stimulating the same place in the rat's brain. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1958, 51, 669-674.
- Brady, J. V., Boren, J. J., Conrad, D., & Sidman, M. The effect of food and water deprivation upon intracranial self-stimulation. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1957, 50, 134-137.
- Brodie, D. A., Moreno, O. M., Malis, J. L., & Boren, J. J. Rewarding properties of intracranial stimulation. *Science*, 1960, 131, 929-930.
- Brown, G. W., & Cohen, B. D. Avoidance and approach learning motivated by stimulation of identical hypothalamic loci. *American Journal of Physiology*, 1959, 196, 153-157.
- Bursten, B., & Delgado, J. M. R. Positive reinforcement induced by intracerebral stimulation in the monkey. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1958, 51, 6-10.
- Cofer, C. N., & Appley, M. H. *Motivation: Theory and Research*. New York: Wiley, 1967.
- Cohen, B. D., Brown, G. W., & Brown, M. L. Avoidance learning motivated by hypothalamic stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, 1957, 53, 53-58.
- Delgado, J. M. R., Roberts, W. W., & Miller, N. E. Learning motivated by electrical stimulation of the brain. *American Journal of Physiology*, 1954, 179, 587-593.
- Delgado, J. M. R., Rosvold, H. E., & Looney, E. Evoking conditioned fear by electrical stimulation of subcortical structures in the monkey brain. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1956, 49, 373-380.
- Deutsch, J. A., & DiCara, L. Hunger and extinction in intracranial self-stimulation. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1967, 63, 344-347.
- Deutsch, J. A., & Howarth, C. I. Some tests of a theory of intracranial self-stimulation. *Psychological Review*, 1963, 70, 80-90.
- DiCara, L. V., & Deutsch, A. Secondary reinforcement as a function of drive in intracranial self-stimulation. *Proceedings of the 74th Convention of the American Psychological Association*, 1966, 105-106.
- Guthrie, E. R. *The Psychology of Learning*. New York: Harper & Row, 1935.
- Heath, R. G. (Ed.), *Studies in Schizophrenia*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1954.
- Hebb, D. O. *The Organization of Behavior*. New York: Wiley, 1949.
- Hilgard, E. R., & Bower, G. H. *Theories of Learning*. 3rd. Ed. New York: Appleton-Century-Crofts, 1966.
- Hodos, W., & Valenstein, E. S. Motivational variables affecting the rate of behavior maintained by intracranial stimulation. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1960, 53, 502-508.
- Hoebel, B. G., & Teitelbaum, P. Hypothalamic control of feeding and self-stimulation. *Science*, 1962, 135, 375-376.
- Hull, C. L. *Principles of Behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts, 1943.
- Kling, J. W., & Matsumia, Y. Relative reinforcement values of food and intracranial stimulation. *Science*, 1962, 135, 668-670.

- Margules, D. L., & Olds, J. Identical "feeding" and "rewarding" systems in the lateral hypothalamus of rats. *Science*, 1962, 135, 374-375.
- McIntire, R. W., & Wright, J. E. Differences in electrical brain stimulation under traditional procedures of reward presentation. *Psychological Reports*, 1965, 16, 909-913.
- Mendelson, J. Lateral hypothalamic stimulation in satiated rats. The rewarding effects of self-induced drinking. *Science*, 1967, 157, 1077-1079.
- Mendelson, J. Role of hunger in T-maze learning for food by rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1966, 62, 344-349.
- Miller, N. E. Central stimulation and other new approaches to motivation and reward. *American Psychologist*, 1958, 13, 100-108.
- Morgenson, G. L., & Stevenson, J. A. Drinking and self-stimulation with electrical stimulation of the lateral hypothalamus. *Physiology and Behavior*, 1966, 1, 251-254.
- Olds, J. A preliminary mapping of electrical reinforcing effects in the rat brain. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1956, 49, 281-285.
- Olds, J. Satiation effects in self-stimulation of the brain. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1958, 51, 675-678. (a)
- Olds, J. Self-stimulation of the brain. *Science*, 1958, 131, 315-324 (b).
- Olds, J. Self-stimulation experiments and differentiated reward systems. En H. H. Jasper et al. (Eds.), *Reticular Formation of the Brain*. Boston: Little Brown & Co., 1958, 671-687. (c).
- Olds, J. High functions of the nervous system. *Annual Review of Physiology*, 1959, 21, 381-402.
- Olds, J., & Milner, P. Positive reinforcement produced by electrical stimulation of septal area and other regions of rat brain. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1954, 47, 419-427.
- Pliskoff, S. S., & Hawkins, T. D. A method for increasing the reinforcement magnitude of intracranial stimulation. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 1967, 10, 281-289.
- Pliskoff, S. S., Wright, J. E., & Hawkins, T. D. Brain stimulation as a reinforcer: Intermittent schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 1965, 8, 75-88.
- Ramsey, E. R., & Doherty, D. S. (Eds.), *Electrical Studies on the Unanesthetized Brain*. New York: Hoeber, 1960.
- Reynolds, R. W. The relationship between stimulation voltage and rate of hypothalamic self-stimulation in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1959, 45, 36-42.
- Roberts, W. W. Both rewarding and punishing effects from stimulation of posterior hypothalamus of the cat with same electrode at same intensity. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1958, 51, 400-407.
- Ribes, E. I. Nueva evidencia empírica sobre la versión revisada de la teoría bifactorial del aprendizaje. *Revista Interamericana de Psicología*, 1968, 2, 1-12.
- Scott, J. W. Brain stimulation reinforcement with distributed practice: Effects of electrode locus, previous experience, and stimulus intensity. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1967, 63, 175-183.
- Sen-Jacobsen, C. W., & Torkidsen, A. En E. R. Ramsey and D. S. Doherty (Eds.), *Electrical Studies on the Unanesthetized Brain*. New York: Hoeber, 1960, 280-288.
- Seward, J. P., Uyeda, A., & Olds, J. Resistance to extinction following cranial self-stimulation. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1959, 52, 294-299.
- Sheer, D. E. (Ed.), *Electrical Stimulation of the Brain*. Austin: University of Texas Press, 1961.
- Sidman, M., Brady, J. V., Brown, J. J., Conrad, D. G., & Schulman, A. Reward schedules and behavior maintained by intracranial self-stimulation. *Science*, 1955, 122, 830-831.
- Skinner, B. F. Are theories of learning necessary? *Psychological Review*, 1950, 57, 193-216.

## ESTIMULACION CEREBRAL Y TEORIA PSICOLOGICA

- Stein, L., & Ray, O. S. Self-regulation of brain-stimulating intensity in the rat. *Science*, 1959, 130, 570-572.
- Teitelbaum, P., & Epstein, A. N. The lateral hypothalamic syndrome: Recovery of feeding and drinking after lateral hypothalamic lesions. *Psychological Review*, 1962, 69, 74-90.
- Thorndike, E. L. Animal Intelligence. *Psychological Review Monographs Supplement* 2, 1898, 8.
- Thorndike, E. L. *Animal Intelligence*. New York: Macmillan, 1911.
- Thorndike, E. L. *Human Learning*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1931.

### RESUMEN

Los trabajos sobre estimulación cerebral según la técnica de Olds se estudian en relación con las teorías psicológicas, sobre todo del "aprendizaje". Se analiza la estimulación cerebral como premio, como castigo, como premio y castigo en la misma área, la interacción entre estimulación cerebral y otros impulsos (drives), y la similitud entre estimulación cerebral y los otros impulsos. Se muestra que las teorías del "aprendizaje" basadas en reducción del impulso se afectan más que las otras: en cambio las teorías de Tolman y la Gestalt sólo requieren revisiones menores; y el sistema de Skinner no se afecta por los trabajos realizados sobre estimulación cerebral.

### ABSTRACT

Studies of cerebral stimulation following the technique of Olds are examined in relation to psychological theories, above all those of learning. Cerebral stimulation is analyzed as reward, as punishment, the interaction between cerebral stimulation and other impulses (drives), and the similarity between cerebral stimulation and other impulses. It is shown that the theories of learning based on reduction of drives are affected more than the others. On the other hand, Tolman's theory and the Gestalt theories only require minor revisions, and the system of Skinner is not affected by the work done on cerebral stimulation.

### RESUMO

Os trabalhos sobre estimulação cerebral segundo a técnica de Olds são examinados em relação com as teorias psicológicas, especialmente "aprendizagem". Analiza-se a estimulação cerebral como prêmio, como castigo, como prêmio e castigo na mesma área, a interação entre estimulação cerebral e os outros impulsos. Mostra-se que as teorias da "aprendizagem" baseadas em redução do impulso são afetadas mais que as outras; por outra lado a teoria de Tolman e as teorias de Gestalt requerem menores revisões; e o sistema de Skinner não é afetado pelos trabalhos realizados sobre estimulação cerebral.