

I. P. PAVLOV: 100 AÑOS DE INVESTIGACIÓN DEL APRENDIZAJE ASOCIATIVO

GERMÁN GUTIÉRREZ¹
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Recibido: marzo 25 de 2005

Revisado: abril 27 de 2005

Aceptado: abril 31 de 2005

ABSTRACT

A biographical summary of Ivan Pavlov is presented, emphasizing his academic formation and achievements, and his contributions to general science and psychology. His main findings on associative learning are described and three areas of current development in this area are discussed: the study of behavioral mechanisms, the study of neurobiological mechanisms and the functional role of learning.

Keywords: I. P. Pavlov, pavlovian conditioning, classical conditioning, associative learning.

RESUMEN

Se presenta una reseña biográfica de Iván Pavlov, haciendo énfasis en su formación académica y sus contribuciones a la ciencia en general y a la psicología en particular. Se presentan sus principales hallazgos sobre el aprendizaje asociativo y se discuten tres áreas de desarrollo en el área que continúan siendo de gran impacto en nuestros días: el estudio de los mecanismos conductuales, el estudio de los mecanismos neurobiológicos y el valor funcional del aprendizaje.

Palabras clave: I. P. Pavlov, condicionamiento pavloviano, condicionamiento clásico, aprendizaje asociativo.

¹ Correspondencia: Germán Gutiérrez, Ph.D. Departamento de Psicología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
E-mail: ggutierrez@rlpsi.org

Iván P. Pavlov nació en Ryazan, Rusia el 27 de septiembre de 1849 en el seno de la familia de un clérigo que mostraba gran amor por la lectura y la vida académica y al mismo tiempo por la actividad física y el trabajo de la tierra. Los Pavlov eran una familia numerosa y pobre. De 11 hijos, sólo 5 sobrevivieron las enfermedades infecciosas comunes para la época (Babkin, 1949).

Iván recibió una educación en el seminario de Ryazan, que lo llevó a la Universidad de San Petersburgo en 1870. Allí se incorporó a la Facultad de Ciencias Naturales y estudió fisiología animal, química y medicina (Ardila, 1971). Durante su estadía en San Petersburgo, Pavlov desarrolló una habilidad quirúrgica que se habría de convertir en fundamental para el desarrollo de su programa de trabajo sobre las glándulas digestivas y del paradigma de estudio de los reflejos condicionados.

Su primer trabajo experimental fue sobre los nervios del páncreas y le valió un premio de distinción. Un año después (1875) se graduó de la Universidad y recibió una oferta para trabajar como asistente del profesor Cyon, quien había sugerido el trabajo experimental antes mencionado. Sin embargo, debido al retiro de Cyon, Pavlov no pudo tomar la posición ofrecida y debió conformarse con una posición de asistente en el Laboratorio de Fisiología del Instituto de Veterinaria de la Academia Médico-Quirúrgica. Durante su estadía en este laboratorio entre 1876 y 1878, y mientras continuaba con sus estudios de medicina, realizó algunos trabajos iniciales sobre la circulación de la sangre y llevó a cabo trabajos adicionales sobre las glándulas digestivas. En 1879 se graduó de nuevo con honores de la Academia de Medicina y obtuvo una beca para estudios postgraduados en la Academia y la posibilidad de viajar a Alemania por un par de años para completar su educación. Allí estudió con Ludwig en Leipzig y con Heidenhein en Breslau (Gutiérrez, 1999).

A pesar de los reconocimientos académicos, Pavlov tuvo que vivir durante muchos años, gracias a vacantes mal pagas de asistente de investigación. A pesar de su pobreza, el dinero no parece haber sido nunca una de sus preocupaciones. Dicen que incluso a veces olvidaba recoger el magro pago mensual hasta que su esposa se lo recordaba. Múltiples anécdotas narradas por sus colegas y colaboradores también muestran el poco interés que Pavlov mostraba por el dinero, en detrimento de la calidad de vida de su propia familia (Babkin, 1949).

En contraste con esta aparente despreocupación personal, en el laboratorio Pavlov era sistemático, perfeccionista hasta la obsesión y altamente intolerante de los errores de sus colaboradores. Esta obsesión por el control experimental lo llevó a desarrollar estrategias investigativas estrictas, altamente definidas y predeterminadas y a buscar

medidas que pudieran ser tomadas en forma repetida y confiable. El trabajo de Pavlov se centró durante muchos años, en el funcionamiento de las glándulas digestivas, lo que constituyó el cuerpo de trabajo por el cual recibió el reconocimiento de la Academia Sueca.

En 1904, Iván Pavlov recibió el premio Nobel. En palabras de la Academia, “como reconocimiento a su trabajo sobre la fisiología de la digestión a través del cual el conocimiento de aspectos vitales en esta materia ha sido transformado y ampliado”. En su discurso de aceptación del premio, Pavlov habló brevemente de su trabajo en las glándulas digestivas, pero dedicó la parte más importante de su tiempo a hablar de hallazgos relativamente recientes sobre los reflejos condicionados. Esto es significativo, porque sugiere la importancia que le asignaba a dichos hallazgos y su reconocimiento de que esa era la dirección de su futuro en ciencia. Esta fue una posición inusual y que puede considerarse valiente, puesto que para dicho momento, los hallazgos sobre los reflejos condicionados eran apenas preliminares, en el sentido de que aún no era claro el papel que dichos hallazgos jugarían en la comprensión de la conducta de los organismos, ni habían explicaciones científicas (en términos de Pavlov y la comunidad médica, fisiológicas) de dichos fenómenos. Después de la recepción del Nobel, Pavlov no volvió a trabajar en las glándulas digestivas, sino que dedicó su esfuerzo a comprender los reflejos condicionados. Sus colegas no vieron esto con agrado y según reporta su biógrafo B. P. Babkin (1949), incluso hacían chistes o mostraban desprecio por tal trabajo que era considerado de menor valor científico.

En algún momento entre 1897 y 1900, Pavlov y sus colaboradores empezaron a notar que los perros que usaban como sujetos experimentales empezaban a segregar saliva en momentos diferentes del consumo de la comida, aunque era más frecuente justo antes de ser alimentados. Inicialmente, Pavlov vio esto como una molestia y probablemente el resultado de algún error experimental. Pero la consistencia del fenómeno lo convenció finalmente de considerarlo como un problema de interés y a partir de allí hizo un giro en su trabajo en dirección del estudio de los reflejos condicionados, que vendría a ser su principal contribución al conocimiento.

El hallazgo básico de Pavlov es ampliamente conocido y por ello apenas lo voy a mencionar. Cuando se le presentaba comida a un perro, este empezaba a salivar. Esta respuesta no requiere de entrenamiento y por ello, Pavlov la denominó “incondicional”, al igual que al estímulo que la produce. Sin embargo, si se presenta dicho estímulo incondicional, precedido de un estímulo neutro por varias ocasiones, el perro empieza a salivar ante el estímulo neutro. A esta respuesta y al estímulo asocia-

dos, los denominó Pavlov, “condicionales” (Pavlov, 1927). Pavlov pensó que las respuestas condicionales eran siempre similares a las respuestas incondicionales, pero recientemente se ha descubierto que este no es siempre el caso. En algunas situaciones la respuesta condicional puede variar en relación con la naturaleza del estímulo incondicional (Siegel & Allan, 1998), el estímulo condicional (Timberlake & Grant, 1975) e incluso relaciones temporales entre los estímulos (Akins, Domjan & Gutiérrez, 1994)

Durante las siguientes tres décadas, Pavlov dedicó su trabajo al estudio de los reflejos condicionados. Durante este tiempo y con la ayuda de un amplio grupo de colaboradores, Pavlov descubrió que la relación temporal entre los estímulos era un factor crítico en el desarrollo de la respuesta condicionada (Pavlov, 1927). Sin embargo, su teoría acerca de que la contigüidad temporal era necesaria y suficiente para el desarrollo de la respuesta condicionada, fue demostrada incorrecta por el hallazgo de Kamin (1969) del fenómeno de bloqueo, que mostraba que bajo ciertas condiciones, una asociación temporal clara entre el estímulo condicionado y el incondicionado, no conducía a aprendizaje. Pavlov también documentó los fenómenos de extinción, generalización, discriminación, inhibición y otros (Domjan, 2003). Lo fascinante de esto, es que aun hoy continuamos trabajando en dichos problemas. El trabajo de Pavlov fue un ejemplo del desarrollo sistemático de una idea, que condujo al descubrimiento de múltiples fenómenos y hallazgos y que ha generado desde entonces investigación que se extiende más allá de las fronteras iniciales reconocidas por el propio Pavlov y sus contemporáneos. No voy a intentar en el breve espacio de este artículo, abordar los fascinantes problemas que aún están por resolver sobre el condicionamiento clásico. Los lectores pueden referirse a las referencias señaladas y a la literatura publicada en revistas como *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *Animal Learning and Behavior*, *Learning and Motivation* y otras. Sin embargo, sí quiero señalar tres temas de investigación que 100 años después del descubrimiento básico del condicionamiento pavloviano, continúan siendo de interés central para los investigadores en el área.

La primera, hace referencia a lo que podríamos denominar, los mecanismos del condicionamiento clásico. Son varias las preguntas recurrentes que continúan siendo investigadas. Dentro de ellas, están: ¿Cómo se forma la asociación entre el estímulo incondicionado y el estímulo condicionado? ¿Qué hace efectivos al estímulo incondicionado y condicionado? ¿Qué determina la naturaleza de la respuesta condicionada?

En una investigación realizada por C. K. Akins, M. Domjan y G. Gutiérrez (1994), queríamos abordar la pregunta clásica de la distancia temporal entre el estímulo

lo condicionado y el incondicionado que soporta el aprendizaje en una situación de condicionamiento sexual. Para ello comparamos a dos grupos de codornices machos a las cuales se les presentaba un estímulo arbitrario, seguido de un estímulo incondicionado (una hembra). En un grupo, el EC duraba 30 segundos, mientras que en el otro, el estímulo duraba 20 minutos. Lo esperado, de acuerdo con una visión clásica del condicionamiento pavloviano, era que el primer grupo mostrara respuestas condicionadas de aproximación al EC, mientras que el segundo grupo no lo hiciera. Sin embargo, encontramos que aunque el segundo grupo no mostró señales de aproximación al EC durante los 20 minutos de su presentación, la respuesta de actividad general del organismo incrementó a niveles inesperados. Este hallazgo confirma predicciones de la Teoría de Sistemas de Conducta de William Timberlake (Timberlake, 1994; Timberlake & Lucas, 1989), acerca de las relaciones entre los estímulos condicionado e incondicionado y la naturaleza de la respuesta condicionada.

La segunda área de trabajo creciente es en los mecanismos fisiológicos del condicionamiento pavloviano. Con el gran desarrollo de las neurociencias en los últimos años, el interés por descubrir los mecanismos del aprendizaje se ha centrado en el condicionamiento clásico (Aguado, 2003; Gutiérrez, 1994). Múltiples experimentos han intentado determinar mecanismos moleculares, celulares (Kandel, Schwartz & Jessell, 2000) y sistémicos (Barrett, Shumake, Jones, & González-Lima, 2003). Por ejemplo, Hammer & Menzel (1995), han estudiado condicionamiento pavloviano en abejas y han descubierto que una célula llamada VUMmx1 constituye la base para el desarrollo de procesos asociativos de olores en abejas. Aún más, esta célula utiliza un neurotransmisor llamado octopamina que en el sistema nervioso invertebrado cumple funciones similares a la dopamina en el sistema nervioso de los vertebrados. Con base en este hallazgo básico, expertos en inteligencia artificial han desarrollado un programa que en forma análoga al funcionamiento del sistema octopaminérgico de la abeja, resuelve problemas instrumentales y predice cambios en reforzamiento en el ambiente asociados con diferentes estímulos (Montague, Dayan, Person & Sejnowski, 1995).

Quisiera enfatizar que los fenómenos de aprendizaje asociativo abordados por las neurociencias han sido principalmente los del condicionamiento pavloviano, más que los del condicionamiento operante. En mi opinión, esto refleja una mayor solidez en los conocimientos básicos sobre el primero que sobre el segundo, aunque también se puede argumentar que el primero es más simple y por tanto más abordable. Esto es sin duda probable, pero aún así, el hecho permanece y soporta la importancia del hallazgo de Pavlov.

Finalmente, un tema abordado con mayor frecuencia hoy, es el del valor funcional del aprendizaje y en particular del condicionamiento pavloviano. Durante los años de gran influencia del conductismo skinneriano, tanto el condicionamiento clásico, como las preguntas de tipo funcional perdieron valor para la comunidad académica en psicología. Afortunadamente, el trabajo de Robert Bolles y John García (Fanselow & Bouton, 1997; García, 1997; García & García y Robertson, 1985), recuperó este valor y preguntas acerca de ¿para qué sirve? volvieron a ser planteadas por los investigadores de los procesos básicos. Hoy, no es suficiente especular acerca del valor funcional de la conducta, sino que dicho valor debe ser demostrado en términos de adaptación y aptitud reproductiva. Dos trabajos utilizando un modelo aviar ilustran el valor funcional del aprendizaje asociativo. Gutiérrez & Domjan (1996) demostraron que en una situación de competencia sexual entre machos de codorniz japonesa, un macho que había aprendido a anticipar la presencia de la hembra, mostraba una ventaja en la competencia por acceso a una compañera sexual. Posteriormente, Domjan, Blesbois y Williams (1998) mostraron que machos que aprendían a anticipar la presencia de una hembra mediante un entrenamiento de tipo pavloviano, producían eyaculaciones con mayor volumen de esperma que otros machos que no habían sido expuestos al aprendizaje asociativo. Hallazgos similares con una especie de pez, el Gourami azul, han sido reportados por Karen Hollis y sus colaboradores (ver Hollis, 1997).

Hace poco más de 100 años, Iván Pavlov se presentó en el Congreso Internacional de Medicina en Madrid (1903) e inició su discurso de la siguiente manera: "El lenguaje de los hechos es más elocuente que el de las palabras. Por ello, me tomo la libertad de ir directamente a los datos experimentales que me permiten apoyar el tema escogido para esta comunicación". El lenguaje de los hechos ha mostrado que aquel descubrimiento casual en el laboratorio del profesor Pavlov y que en principio no parecía tener gran valor científico ha constituido uno de los grandes hallazgos de la ciencia en general. Ha servido como base para la comprensión de la complejidad de la conducta humana y de otras especies y como fundamento de la comprensión de las relaciones entre la conducta y el sistema nervioso.

Referencias

- Aguado, L. (2003). Neuroscience of Pavlovian conditioning: a brief review. *Spanish Journal of Psychology*, 6, 155-167.
- Akins, C. K., Domjan, M. & Gutiérrez, G. (1994). Topography of sexually conditioned behavior in male Japanese quail (*Coturnix japonica*) depends on the CS-US interval. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 199-209.
- Ardila, R. (1971). *Los pioneros de la psicología*. Buenos Aires: Paidós.
- Babkin, B. P. (1949). *Pavlov. A biography*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Barrett, D., Shumake, J., Jones, D. & González-Lima, F. (2003). Metabolic mapping of mouse brain activity after extinction of a conditioned emotional response. *Journal of Neuroscience*, 23, 5740-5749.
- Domjan, M. (2003). *The principles of learning and behavior* (5a. edición). Belmont, CA: Wadsworth/Thomson Learning.
- Domjan, M., Blesbois, E. & Williams, J. (1998). The adaptive significance of sexual conditioning: Pavlovian control of sperm release. *Psychological Science*, 9, 411-415.
- Fanselow, M. S. & Bouton, M. E. (1997). About this book: The life and influence of Robert C. Bolles. En M. E. Bouton & M. S. Fanselow (Eds.), *Learning, motivation, and cognition. The functional behaviorism of Robert C. Bolles* (pp. 1-9). Washington: American Psychological Association.
- García, J. (1997). Foreword. En M. E. Bouton & M. S. Fanselow (Eds.), *Learning, motivation, and cognition. The functional behaviorism of Robert C. Bolles* (pp. xi-xiii). Washington: American Psychological Association.
- García, J. & García y Robertson, R. (1985). Evolution of learning mechanisms. En B. L. Hammonds (Ed.), *Psychology and learning* (pp. 187-243). Washington: American Psychological Association.
- Gray, J. A. (1981). *Ivan Pavlov*. Middlesex, England: Penguin.
- Gutiérrez, G. (1994). Estudios neurobiológicos de condicionamiento clásico en invertebrados. *Boletín. Asociación Latinoamericana de Análisis y Modificación del Comportamiento*, 17, 9-14.
- Gutiérrez, G. (1999). Iván Petrovich Pavlov (1849-1936). *Revista Latinoamericana de Psicología*, 31, 557-560.
- Gutiérrez, G. & Domjan, M. (1996). Learning and male-male sexual competition in Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Journal of Comparative Psychology*, 110, 170-175.
- Hammer, M. & Menzel, R. (1995). Learning and memory in the honeybee. *Journal of Neuroscience*, 15, 1617-1630.
- Hollis, K. L. (1997). Contemporary research on Pavlovian conditioning. A "new" functional analysis. *American Psychologist*, 52, 956-965.

- Kamin, L. (1969). Predictability, surprise, attention, and conditioning. En B. A. Campbell & R. M. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior* (pp. 279-296). Nueva York: Appleton-Century-Crofts.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2000). *Principles of neural science* (4a. edición). Nueva York: McGraw Hill.
- Montague, P. R., Dayan, P., Person, C. & Sejnowski, T. J. (1995). Bee foraging in uncertain environments using predictive Hebbian learning. *Nature*, 377, 725-728.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes*. Oxford: Oxford University Press.
- Siegel, S. & Allan, L. G. (1998). Learning and homeostasis: Drug addiction and the McCollough effect. *Psychological Bulletin*, 124, 230-239.
- Timberlake, W. (1994). Behavior systems, associationism, and Pavlovian conditioning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1, 405-420.
- Timberlake, W. & Grant, D. S. (1975). Autoshaping in rats to the presentation of another rat predicting food. *Science*, 190, 690-692.
- Timberlake, W. & Lucas, G. A. (1989). Behavior systems and learning: From misbehavior to general principles. En S. B. Klein & R. R. Mowrer (Eds.), *Contemporary learning theories: Instrumental conditioning and the impact of biological constraints on learning* (pp. 237-275). Hillsdale, NJ: Erlbaum.