

# Programación Funcional de Eventos Psicosfísicos

*Arturo Prieto Comelin\**

## *Resumen*

Concebir la conducta como la interacción organismo-ambiente, implica un determinismo recíproco, donde la actividad del organismo es influenciada por los estímulos y además, la conducta genera eventos ambientales. Tradicionalmente, la investigación conductual se centra en el determinismo de los estímulos sobre las reacciones del organismo. Así, para estimar la influencia que una condición estimulante genera sobre la conducta, es necesario obtener relaciones empíricas que permitan inferir diferencialmente qué proporción del cambio en la conducta ha sido determinada por el estímulo. En cambio, centrándose en el control que ejerce la conducta sobre el ambiente, es posible programar matemáticamente las propiedades físicas del estímulo según las dimensiones del comportamiento, lo que establece una metodología alternativa de investigación para innumerables procesos de condicionamiento.

**Palabras claves:** Conducta, Condicionamiento, Matemáticas.

## *Abstract*

Understanding behavior as the interaction between organism and environment involves a reciprocal determinism, where the organism activity is influenced by stimuli conditions and moreover, behavior is generator of environmental events. Traditionally, behavioral research is focused on the stimuli determinism over organism reactions. Therefore, assessing the degree of influence that a stimulus condition exerts over behavior, requires to be obtained from empirical relationships, which permit to differentially infer what proportion of behavioral change has been determined by stimulus conditions. In contrast, focusing on the control exerted by behavior over the environment, it is possible to mathematically program physic stimulus properties according to behavioral dimensions, which establishes an alternative researching method for countless conditioning processes.

En la perspectiva del conductismo radical, la conducta de un organismo ha sido vista como la reacción ante los estímulos (Schneider & Morris, 1987). Tradicionalmente se han estudiado las relaciones causales entre ciertas propiedades físicoquímicas del estímulo (por ejemplo, intensidad de un choque eléctrico) y alguna propiedad mensurable de la reacción del organismo (por ejemplo, la fuerza de contracción de un músculo o la latencia de la respuesta). Típicamente, la relación causal establece alguna proporcionalidad entre las

variables del estímulo (causa) y las variables de la conducta (efecto), tal que por ejemplo, "a mayor intensidad de un choque eléctrico aplicado en la pata de un perro, más fuerte será la contracción de los músculos de la pierna". Las curvas y funciones matemáticas que describen relaciones conductuales como la mencionada, sólo pueden, si es que los datos así lo permiten, ser inferidas diferencialmente desde los datos empíricos (p.e.: Hanson & Timberlake, 1983). Según este enfoque la conducta es causada por el ambiente, sin que aún se le

---

\* Psicólogo, Magister of Science, University of Oregon, USA. e-mail: aprieto@uorimr.cd

atribuya a la conducta algún rol causal sobre los estímulos.

La ley del efecto de Thorndike (1932) fue el primer indicio de que la conducta de un organismo puede "producir" un estímulo: el efecto. Si bien esta ley no permitía establecer cómo ni cuánto del estímulo era causado por la conducta, al menos permitió establecer una relación de mutua dependencia entre estímulos y conductas. Posteriormente estas relaciones fueron estudiadas extensamente por B. F. Skinner (1938, 1970) y sistematizadas en la metodología del aprendizaje operante (Catania, 1976; Ferster & Perrot, 1977). En la perspectiva skinneriana, las relaciones entre estímulos y respuestas ya no son concebidas como una causalidad unidireccional, sino más bien como relaciones funcionales en las que se establece una probabilidad de ocurrencia de un fenómeno, en base a la ocurrencia de otro. Un ejemplo típico de relación funcional es el aumento de la probabilidad futura de una conducta como efecto de la ocurrencia del reforzamiento.

La metodología skinneriana enfatiza el estudio de dimensiones cuantitativas en la relación entre la conducta y los estímulos que son consecuencia de ella. Por ejemplo, la cantidad de respuestas en relación a la cantidad de reforzadores administrados a esa conducta. Relaciones como la mencionada han permitido determinar curvas y funciones matemáticas derivadas de datos empíricos que describen las relaciones de proporcionalidad existentes, entre conductas y estímulos según determinados programas de reforzamiento. Una ecuación que ilustra lo anterior, es la ley de igualación de Herrnstein, que postula que la cantidad de respuestas entre dos conductas es proporcional al reforzamiento relativo obtenido por cada una de ellas (Herrnstein, 1961, 1970, 1979; Rachlin, 1971, 1978, 1991; Killeen, 1972; Mazur, 1975; De Villiers, 1977; Baum, 1973, 1979).

En la perspectiva skinneriana, la conducta operante es concebida como aquella acción del organismo cuya probabilidad de ocurrencia está controlada por los estímulos consecuentes que ella misma produce en el ambiente. Si bien un estímulo consecuente es precisamente "el efecto" de la conducta, nuevamente el rol causal es atribuido al estímulo ambiental, mientras que su efecto es el cambio en la probabilidad futura de la conducta. Así, la conducta ( $C$ ) se describe como una función ( $f$ ) de estímulos ( $E$ ); vale decir,  $C=f(E)$ . Una legítima

aspiración de los científicos de la conducta, es la de establecer expresiones matemáticas de funciones que describan variables conductuales en base a variables ambientales (Hanson & Timberlake, 1983). No obstante, bajo la perspectiva metodológica de concebir a un estímulo como la causa y a la conducta como su efecto, lo que hasta ahora ha constituido una condición típica de la investigación conductual, sólo ha permitido describir relaciones de proporcionalidad o correlacionales entre estímulos y conductas. Bajo una perspectiva metodológica opuesta a la anterior, la conducta sería descrita como la causa y los estímulos como los efectos, es decir:  $E=f(C)$ . En tal enfoque, los valores de distintas dimensiones fisicoquímicas del estímulo serían determinados por una función matemática basada sobre diferentes variables físicas de la conducta (Prieto, 1980; 1987A; 1993). De este modo, si es posible describir matemáticamente la magnitud de un estímulo en función de la magnitud de la conducta, entonces también es posible describir la magnitud de la conducta en base a la función recíproca de la magnitud del estímulo.

En esta perspectiva metodológica se asume que toda relación funcional entre un estímulo y una conducta es regulada por una expresión matemática que describe cuáles, cuánto y cómo son las influencias entre las dimensiones del estímulo con las variables de la conducta, sin que ello implique necesariamente una causalidad unidireccional. El problema radica en cómo llegar a conocer exactamente cuál es el programa funcional; es decir, cómo saber la forma exacta de la expresión matemática que describe la relación funcional entre un estímulo y una conducta.

Desde el paradigma basado en  $C=f(E)$ , la expresión matemática de la función que relaciona una conducta con un estímulo sólo puede ser extraída diferencialmente de los datos empíricos de la investigación conductual, lo que afecta el poder predictivo de las ecuaciones obtenidas con este método; como ocurre también con la ley de Herrnstein (Wearden & Burgess, 1982; Ubell, 1983; Mc Dowell, 1983; Cohen, 1984; Davison & Hogsden, 1984). En cambio, desde la perspectiva aquí planteada,  $E=f(C)$ , la expresión matemática de la función que relaciona un estímulo con una conducta puede ser experimentalmente programada y por tanto conocida con precisión, estableciendo a priori la ecuación que determina una o más variables del estímulo, en base a una o más variables de la

No se trata, por supuesto, del contexto autoritario de la época, sin embargo otras variables como el mercado, el precio del suelo, las presiones por tener una casa, equivocadas políticas de vivienda social, etc., producen fenómenos similares. Y particularmente lo que aquí nos hemos referido, saturación de las comunas.

El cuadro comparativo N° 5 permite observar el crecimiento de ciertas comunas de Santiago, particularmente algunas con diferente status socioeconómico.

Comunas	1982	1992	1996	Var% 82-92	Var% 92-96
Puente Alto	113.211	254.534	343.589	124,8%	34,9%
Pudahuel	97.578	136.642	156.663	40%	14,6%
Vitacura	72.038	78.010	82.754	8,2%	6%
Providencia	115.449	110.954	110.103	-3,8%	-0,76%

Fuente: Serplac Mideplan: Diagnóstico Región Metropolitana, 1994 (12 a); Boletín 1997 (12); Informe Fosis 1993 (12b).

No deja de ser sorprendente el crecimiento de las comunas, sin embargo la comparación permite ver el desmesurado aumento de población en las comunas de Puente Alto de un 124,8% y el de Pudahuel de un 40%, durante diez años entre 1982 a 1992. Significativamente reducido es el crecimiento de la comuna de Vitacura de sólo un 8,2% y el de la comuna de Providencia con un crecimiento negativo de -3,8%. Tendencia que se mantiene, grosso modo, en la comparación entre los años 92-96.

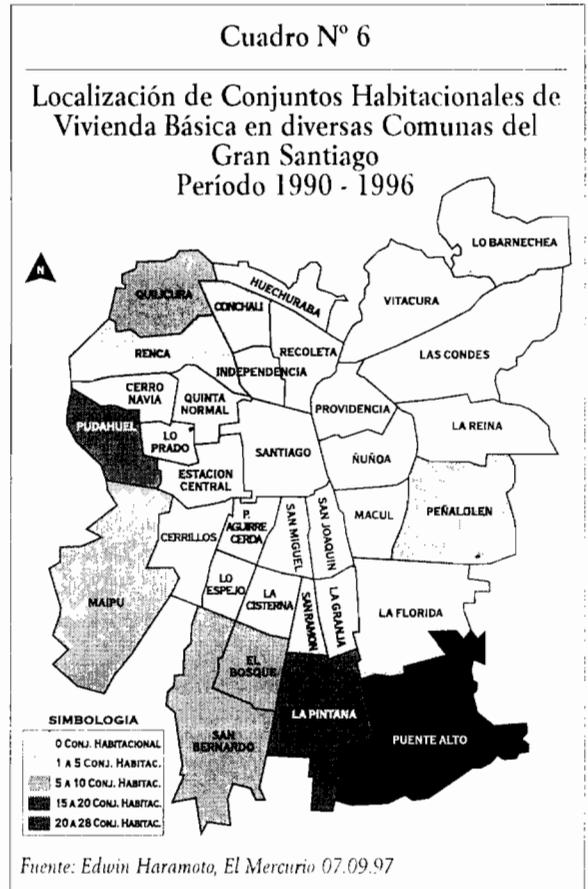
En el caso de la Comuna de Puente Alto esto ha sido más dramático aún. Su población prácticamente se duplicó pasando en 1992 de 254.673 habitantes a 450.000 en 1997, debido a migración intercomunal y a efectos del mercado del precios de la vivienda.

El Ministerio de la Vivienda ha desarrollado una política de solución habitacional a las familias sin casa, con buenos resultados por cuanto ha disminuido el déficit habitacional del país. Sin embargo la forma como esto ha ocurrido está sujeto a fuertes críticas.

En este sentido el Serviu ha adquirido grandes terrenos, para implementar allí la construcción de

vivienda social. Por la lógica del mercado dichos espacios territoriales son adquiridos en base al precio más bajo. De lo cual se deduce que la posibilidad de compra no se encuentra precisamente en comunas de mayor status socioeconómico sino, todo lo contrario. De modo que con precios de suelo más depreciados, dichas comunas abren sus puertas a la migración intercomunal de familias de bajos recursos. Y con ello, en las comunas aumenta de manera desproporcionada la demanda de servicios difícil de satisfacer dados los escasos recursos que disponen la comuna.

El cuadro N° 6 muestra a continuación de modo fehaciente la mayor cantidad de conjuntos habitacionales construidos en comunas de escasos recursos en el periodo 1990-1995.



Las comunas de Vitacura, Las Condes, Providencia, Ñuñoa, Santiago, Macul, Huechuraba, Recoleta, etc., no tienen localización de conjuntos habitacionales, a diferencia de las otras comunas, donde se destacan las comunas de Pudahuel con 16 conjuntos, La Pintana con 20 y especialmente

conducta. Así los cambios en la magnitud de las variables del estímulo estarán controladas por la magnitud de las variables de la conducta según cómo y cuánto haya sido establecido en la ecuación que los relaciona. Esta operación de definir los estímulos de acuerdo a una expresión matemática basada en la conducta permitiría, según la clase de función programada, predecir matemáticamente la ejecución de una conducta en base a la función recíproca de la establecida para el estímulo, lo que constituye la esencia de esta nueva metodología de la Programación Funcional.

## Programación Funcional de Magnitudes

Una situación experimental, en la cual la magnitud del reforzador obtenido en cada evento reforzante fuera programada en base a una función matemática establecida sobre alguna variable de la conducta previa, sería una metodología diferente de las aproximaciones tradicionales sobre magnitudes del reforzador (Logan, 1956, 1960, 1979; Catania, 1963; Neuringer, 1967; Osborne, 1978; Davison & Hogsden, 1984; Kileen, 1985; Logue, Pena-Correal, Rodríguez & Kabela, 1986). Tal metodología correspondería a una clase de programa en la cual se relacionan la magnitud del reforzador ( $Em$ ) como una función ( $f$ ) de la conducta ( $C$ ). La función  $Em=f(C)$  implica que, por cada evento reforzante, los valores de las dimensiones físicas de  $Em$  son determinados por una expresión matemática basada sobre las propiedades físicas de las variables conductuales y donde cada ecuación constituye per se un programa específico de magnitud del reforzador. La función  $Em=f(C)$ , en lugar de describir la cantidad o frecuencia del reforzamiento producido por la conducta, describe la magnitud del reforzador en cada evento reforzante que depende de variables conductuales, tales como la cantidad de respuestas ( $Cr$ ); fuerza ( $Cw$ ), duración de respuesta ( $Cd$ ), intervalo interrespuesta ( $Ci$ ) y latencia de respuesta ( $Cp$ ) desde la presentación de un estímulo discriminativo. Así, en tal situación experimental la magnitud del reforzador en cada ocasión en que la conducta es reforzada, podría ser determinada por una ecuación establecida sobre variables de la misma conducta que está siendo reforzada. Por ejemplo, si la magnitud del reforzador es expresada a través de un período de tiempo durante el cual un

estímulo (el reforzador) está disponible, podríamos entonces asignar muchas expresiones matemáticas para  $Em$  basadas en alguna variable conmensurable de la conducta, tal como la duración de respuesta. Bajo un programa de reforzamiento continuo, podríamos determinar que  $Em=Cd/2$ , lo que significa que en cada evento reforzante, el tiempo durante el cual el estímulo reforzador estaría disponible (valores de  $Em$ ) es la mitad de la duración de la respuesta anterior ( $Cd/2$ ) a ese evento reforzante. O también podríamos asignar que  $Em=Cd^2$ , lo que significa que la longitud del período de tiempo durante el cual el reforzador estaría disponible en cada evento reforzante es igual al cuadrado de la duración de la última respuesta. A pesar de que en ambos casos ( $Em=Cd/2$  y  $Em=Cd^2$ ) el programa de reforzamiento es el mismo (continuo), el efecto de cada programa  $Em$  sobre la ejecución de la conducta debería ser diferente, aunque por ahora no sabemos en qué forma serían ellos diferentes. La razón de esto es que en tal situación, la variable independiente real no es ni el programa de reforzamiento, ni la magnitud del reforzador per se, sino la función específica  $Em=f(C)$  que regulará la ejecución de la conducta (Haltenhoff, 1997; Prieto, en prensa).

La función de magnitud de reforzador ( $Emf$ ) puede ser basada en dos o más variables conductuales. Supongamos por ejemplo, que en una caja de Skinner el sujeto es una rata, la respuesta es presionar una palanca, el reforzador es la iluminación de la caja (Girdner, 1953), y el programa de reforzamiento es continuo. En esta situación experimental la magnitud física del reforzador podría ser medida al menos de dos maneras: la intensidad de la luz y la duración del tiempo de iluminación. Dado que no todas las variables conductuales son conmensurables con esas magnitudes de la luz, parecería ser más equivalente si la intensidad de la luz ( $Em1$ ) fuera basada sobre la fuerza de la respuesta:  $Em1=f(Cw)$ ; y la longitud del tiempo de iluminación  $Em2$  fuera basada en la duración de respuesta:  $Em2=f(Cd)$ . Asignando una expresión específica a  $Em1$  y a  $Em2$ ; por ejemplo,  $Em1=Cw/5$  y  $Em2=10*Cd$ ; y definiendo que la magnitud de la luz como reforzador es igual al producto de  $Em1$  y  $Em2$ ; es decir,  $Em=Em1*Em2$ . Entonces, es posible integrar dos expresiones simples de  $Emf$  en una más compleja cuya expresión es:  $Em=2*Cw*Cd$

Aún cuando a un nivel teórico es posible diseñar funciones muy complejas de  $Em$ , algunas de

ellas son improbables e incluso imposibles de ocurrir a niveles prácticos (p.e., si para la conducta de una paloma de picar una tecla, la duración del reforzador (*Em*) fuera la raíz elevada a diez de *Cd*, menos *Ci* elevada a la décima potencia, entonces los valores de *Em* tenderían a ser negativos por lo que desde una perspectiva pragmática el reforzamiento no podría ocurrir. Además, algunas *Emf* proponen bases metodológicas para diferentes procedimientos conductuales; por ejemplo, dos *Emf* inversas basadas sobre la misma variable conductual que regulan los valores de diferentes propiedades del mismo reforzador; *Emf* que son funciones discontinuas en las cuales algunos valores de *Em* pueden ser cero o infinito; *Emf* que requieren discriminaciones conductuales complejas; *Emf* que pueden cambiar la valencia de incentivo de los reforzadores de acuerdo a cuál variable conductual predomina en un momento; etc. Un estudio de dos programas funcionales de *Em* y *Ed*, uno lineal directo y el otro inverso, sugiere que la forma de programar matemáticamente la magnitud del reforzamiento tiene efectos diferentes y en ocasiones opuestos, a lo que sería pronosticable desde la perspectiva tradicional del Análisis Experimental de la Conducta (Haltenhoff, 1997). Las *Emf* implican una amplia variedad de operaciones de condicionamiento los que parecen ser bastante diferentes de los procedimientos tradicionales del condicionamiento operante.

## Programación Funcional del Reforzamiento

Desde que Ferster y Skinner (1957) publicaran su clásica obra, los programas de reforzamiento han sido un promisorio campo de investigación en condicionamiento operante (Luzoro, 1979; Zeiler, 1984). Sin embargo, los programas de reforzamiento y los programas *Em* son operaciones independientes entre sí y coexisten en cualquier procedimiento de condicionamiento. Es como un programa sobrepuesto en otro; los cuales son inseparables pero distintos. Así como un programa *Em* es descrito por la función  $Em=f(C)$ , un programa de reforzamiento es descrito por una función de feedback:  $Z=f(Y)$ , donde *Z* es reforzamiento e *Y* es la respuesta instrumental (Rachlin, 1978). La función de feedback describe el reforzamiento obtenido según varía la conducta (Baum, 1973). La conducta del organismo puede afectar la función de

feedback así como la frecuencia del reforzamiento. La función de feedback es principalmente afectada por la conducta en programas de intervalo; en cambio, la frecuencia del reforzamiento es principalmente afectada en programas de razón. Este efecto diferencial de la conducta del organismo es debido a cuál es la variable que produce el reforzamiento.

Dado que los programas de reforzamiento actúan ya sea sobre la cantidad de respuestas, sobre los intervalos interrespuesta o sobre la frecuencia de respuestas, de algún modo es siempre la conducta del organismo lo que produce el evento reforzante. A través de sus respuestas, es el organismo el que produce el reforzamiento; y aunque él tiene control sobre la cantidad de reforzamiento, pareciera no controlar la magnitud u otras dimensiones del reforzador en cada evento reforzante. No obstante, a menos que el organismo fuera reforzado sin responder, él realmente tiene algún control sobre la magnitud del reforzador a través de una *Emf* subyacente basada sobre variables conductuales tales como, la cantidad de respuestas o el tiempo interrespuestas. Si asumimos que en una investigación operante la unidad usual a través de la cual los reforzadores son dosificados (p.e. granos, pellets, gotas, gramos, volts, segundos, etc.) son medidas conmensurables con la ocurrencia de cada respuesta como evento unitario de la conducta, entonces sería posible determinar la *Emf* en cualquier programa de reforzamiento. Por ejemplo, si para una operante de picar una tecla que ha sido reforzada con un grano por cada evento reforzante bajo un programa de razón fija de 5 (RF5), nosotros asumiéramos que un grano es equivalente (conmensurable) a una respuesta de picar la tecla, entonces  $Em=Cr/5$ . Sin embargo, esta *Emf* no describe cuántas veces es administrada esa magnitud de reforzamiento; tampoco cuántos granos son dados en cada reforzamiento (p.e., podría ser posible que: un grano es dado después de cinco respuestas, dos granos son dados después de diez respuestas; tres granos son dados después de quince respuestas; y así sucesivamente). Para todos estos casos  $Em=Cr/5$ ; lo que es diferente entre ellas es el programa de reforzamiento: respectivamente RF5; RF10; RF15. Si la operante de picar una tecla fuera mantenida por un programa de intervalo fijo de un minuto (IF1) donde la frecuencia de respuesta fuera cinco respuestas por minuto, el *Emf* sería también  $Em=Cr/5$ . Pero tampoco esta *Emf* describe cuántos

granos son administrados en cada reforzamiento. Por otra parte, si  $Em$  fuera basada como una función de las respuestas (p.e.,  $Em=Cr$ , donde  $Em$  es la cantidad de pellet y  $Cr$  la cantidad de respuestas) y el programa de reforzamiento fuera  $IF1$ , el resultado sería que la primera respuesta después de un intervalo de un minuto desde la última respuesta reforzada, sería reforzada con tantos pellets como respuestas hubiesen sido emitidas durante ese intervalo. Disminuyendo la economía de la  $Emf$  (p.e.,  $Em=Cr/10$ ;  $Em=Cr/20$ ; etc.) y aumentando el tiempo del programa de intervalo fijo (p.e.,  $IF10$ ;  $IF20$ ; etc.) estos programas se asemejarían al paradigma de "libre alimentación". Si aparte de  $Cr$ , nosotros conociéramos los valores de otras variables conductuales, sería posible determinar su participación en una  $Emf$  integrada, pero puesto que en estos ejemplos los programas de reforzamiento son contingentes a respuestas como unidades de conducta, el resto de las variables conductuales podrían ser irrelevantes para controlar la magnitud del reforzador. Sin embargo, como se habrá podido notar en estos ejemplos, los programas de reforzamiento y los programas  $Em$  son condiciones independientes que coexisten en cualquier procedimiento de reforzamiento. Mientras la función de feedback describe la cantidad de reforzamiento obtenido por la conducta de un organismo, la función de  $Em$  determina la magnitud de reforzador producido por la conducta a través del proceso de reforzamiento.

## Programación Funcional de Latencias

Otra dimensión del estímulo que podría ser programada como una función de variables de la conducta es la latencia del reforzamiento ( $Ep$ ). Tomando como base el concepto propuesto por F. A. Logan (1956, 1960), la latencia del reforzamiento es definida aquí como el periodo de tiempo entre la iniciación de la última respuesta hasta la iniciación del evento reforzante. Así, con valores  $Ep=0$  la respuesta y el evento reforzante empiezan juntos, por ejemplo; el tocar la bocina de un auto (conducta) y el sonido producido, o también, entre el chute a una pelota y el desplazamiento de ella, en ambos casos  $Ep=0$ . En cambio, cuando  $Ep$  es más largo que la duración de la respuesta ( $Ep>Cd$ ), el evento reforzante empieza después del final de la

respuesta, lo que en procedimientos experimentales sobre condicionamiento operante constituye la condición típica de la demora del reforzamiento; esto es, el tiempo que debe esperar el sujeto para recibir el reforzador una vez que ha completado su respuesta (Logan, 1956, 1960).

Dado que  $Ep$  es siempre medido en relación a un periodo de tiempo, las variables temporales de la conducta serían más apropiadamente conmensurables con la latencia del reforzamiento. No obstante, la conmensurabilidad entre variables físicas del estímulo y de la conducta no es un requerimiento para establecer un programa funcional entre ellas. En una relación directa entre  $Ep$  y  $C$ , la latencia del reforzamiento es mayor mientras mayor sea la magnitud de las variables conductuales, así el reforzamiento parecería no ser contiguo, pero dependiente de la conducta. Una latencia del reforzamiento más prolongada incrementaría la probabilidad de traslapar respuestas, sean de otras o de la misma conducta sobre la cual  $Em$  y  $Ep$  han sido programadas. Además  $Em$  y  $Ep$  pueden ser programadas sobre diferentes conductas por medio de un "cruzamiento" de sus funciones (p.e., si para las conductas  $x$  e  $y$ ;  $Em1$  y  $Em2$ ;  $y$ ,  $Ep1$  y  $Ep2$ , las funciones fueran  $Em1=f(Cx)$ ;  $Ep1=f(Cy)$  y  $Em2=f(Cy)$ ;  $Ep2=f(Cx)$ ). Puesto que debido al traslape o cruzamiento de esos procedimientos, la ocurrencia del estímulo y sus magnitudes sería incontingente pero dependiente de tales conductas, estos procedimientos deben producir otros efectos sobre la ejecución de las conductas, diferentes de aquellos generados por reforzamiento directo de la conducta.

## Programación Funcional del Condicionamiento Respondiente

Congruentemente, los procedimientos de reforzamiento correlacionado (Rachlin, 1978, 1983, 1991), y la programación funcional de latencias largas, sugieren que la contigüidad entre el estímulo reforzador y la conducta que lo controla no es un requerimiento para el fortalecimiento de la conducta. En circunstancias en las que debido a una programación funcional de latencias muy largas, la ocurrencia del estímulo reforzador llegara a traslapar la emisión de las respuestas siguientes a aquella que lo produjo, la ocurrencia del estímulo reforzador puede llegar a ser asociada con otras

conductas diferentes de aquella que inicialmente estaba siendo reforzada. En una situación como la referida, cuando el reforzador administrado fuese un estímulo incondicionado, otras de sus dimensiones físicas diferentes de la latencia, podrían ser programadas sobre las magnitudes de la respuesta refleja incondicionada con la que él se relaciona. Así, el concepto de magnitud del "reforzador" puede ser transferido hacia otros estímulos que no son necesariamente consecuencias de la conducta; por lo que el término  $Em$  no debe ser considerado solamente como una magnitud del reforzador, sino como la magnitud de un estímulo en general.

Vista desde esta nueva perspectiva, la función  $Em=f(C)$  implica ahora que la magnitud de cualquier estímulo puede ser programada sobre variables conductuales. Por ejemplo, la magnitud de un estímulo incondicionado, así como su presentación u ocurrencia (a través de  $Ep$ ), puede ser establecida sobre variables conductuales de la última respuesta incondicionada provocada por ese estímulo. Por ejemplo, la cantidad de alimento administrado directamente en la boca de un perro puede ser programada funcionalmente sobre la cantidad de saliva secretada. O en un procedimiento aversivo, el choque eléctrico que provoca la contracción de la pata de un perro, puede ser programado funcionalmente en la intensidad, duración y latencia del choque eléctrico en base a cualquier expresión matemática establecida sobre la intensidad, duración y latencia de la última respuesta de contracción de la pata. Tales condiciones generarían un típico mecanismo de retroalimentación de la conducta respondiente, el que dependiendo de la función matemática definida, podría producir un proceso de autorregulación de la actividad refleja.

La operación en la cual la magnitud de un estímulo aversivo incondicionado fuese programada funcionalmente sobre la magnitud de la conducta refleja que él mismo provoca, corresponde a una condición distinta a aquella en la cual ese mismo estímulo aversivo fuese programado sobre las propiedades de una conducta operante. Por ejemplo, en una caja de Skinner, la magnitud de un choque eléctrico puede ser programada como una función de la magnitud de la conducta de presionar la palanca. Así, la intensidad del choque eléctrico puede programarse matemáticamente sobre la fuerza de presión ejercida en la palanca; la duración del choque sobre alguna variable conmensurable de la conducta, tal como la duración de cada presión

de la palanca; o el tiempo interchoque puede programarse sobre el intervalo interrespuesta. La diferencia entre ambos procedimientos radica principalmente acerca de qué clase de conductas constituyen el locus de control de las variables del estímulo. Presumiblemente, procedimientos como los descritos deben generar curvas de ejecución atribuibles a un tipo de función matemática mas que al nivel de la conducta, respondiente u operante, sobre la cual esté programada.

En el condicionamiento respondiente, las relaciones entre los estímulos también pueden ser programadas funcionalmente. Por ejemplo: la magnitud tanto como la contigüidad entre un estímulo condicionado ( $EC$ ) y un estímulo incondicionado ( $EI$ ) podrían ser establecidas sobre variables conmensurables tales como, sus respectivas duraciones, intensidades, o tiempo interestímulo. Cada expresión que relaciona  $Elm=f(EC)$  y  $Elp=f(EC)$  implicarían procedimientos diferentes del condicionamiento respondiente. Considerando a  $Elp$  como el período de tiempo desde la iniciación del  $EC$  hasta la iniciación del  $EI$ , la contigüidad entre  $EC$  y  $EI$  dependería de la función de  $Elp$ . A través de una  $Elpf$  directamente proporcional, una larga latencia incrementaría la probabilidad de traslapamiento entre los estímulos. Además, si la expresión de  $Elmf$  y  $Elpf$  fuera establecida sobre diferentes variables del  $EC$  (p.e.,  $Elm=f(ECp)$  y  $Elp=f(ECm)$ ), las funciones tendrían expresiones cruzadas y el procedimiento completo, junto a sus efectos, serían muy diferentes a los estudiados tradicionalmente bajo el paradigma respondiente.

## Programación Funcional Estímulo - Estímulo

Por definición, se considerará que todo evento ambiental que esté funcionalmente relacionado a la conducta es un estímulo. A su vez, las relaciones funcionales que existen entre estímulos y conductas pueden asumir tantas formas como expresiones matemáticas existen para las funciones de  $E=f(C)$ . El grado de reciprocidad entre un estímulo y la conducta depende de cuan cercana esté la curva a una función lineal continua. Mientras más cercana sea la relación a una función lineal continua, mayor será el grado de dependencia entre ellas. De este modo, el máximo control ejercido por un organismo

sobre un estímulo es expresado cuando  $E$  es una función lineal continua de su conducta. El control de un estímulo puede ser visto como un proceso relativo cuyo foco de referencia es el organismo que se comporta. En muchos casos, cuando el estímulo es un evento público y  $Ep=0$ , el control conductual sobre el estímulo podría ser evidente; p.e., la duración e intensidad del sonido producido con una trompeta es controlado por la fuerza y duración del soplo; el tamaño de una excavación (y el peso de la tierra extraída desde ella) depende directamente del esfuerzo del trabajo. Sin embargo, cuando el cambio en la magnitud es relativo a estados previos del organismo, el control conductual sobre el estímulo es menos evidente, puesto que este no necesariamente produce cambios en la magnitud de un evento público, sino en el ambiente individual (eventos privados); p.e., la intensidad de la luz en la retina (no la luz de afuera) es controlada por la respuesta pupilar; al caminar, la distancia entre el punto de partida y el final (no el espacio objetivo) es controlada por la cantidad y longitud de los pasos.

Una característica distintiva del enfoque  $E=f(C)$  es el que los sujetos puedan controlar variables del estímulo mediante una autorregulación de la ejecución de su propia conducta. Ciertamente ésta es una genuina característica de la programación funcional, pero el grado de control que la conducta de un sujeto tiene sobre las dimensiones del estímulo depende no sólo en cuán continuo y lineal sea la relación funcional entre  $E$  y  $C$ , sino también acerca de cuál es el principal foco sobre el que las variables del estímulo están basadas.

Hasta ahora, lo que se ha dicho acerca de la programación funcional de eventos psicofísicos es en relación a aquellas funciones del estímulo que han sido focalizadas conductualmente ( $EfC$ ), las cuales establecen la magnitud del estímulo como una función de la conducta. Sin embargo, como se ejemplificó en las relaciones funcionales entre  $EI$  y  $EC$ , un estímulo también puede ser programado como una función de otro estímulo. Una función del estímulo ( $Ef$ ) focalizada ambientalmente ( $EfE$ ) establece las variables del estímulo sobre otros eventos ambientales. La diferencia entre  $EfC$  y  $EfE$  es el grado de control que ellos tienen para regular las variables del estímulo. Dado que por definición un estímulo ya está de antemano regulado por una  $EfC$ , de alguna manera la conducta del sujeto siempre tiene algún grado de relación con las variables del estímulo. Además como cualquier

fenómeno natural, un estímulo también es regulado por una  $EfE$ , la cual afecta el grado de control conductual sobre ese estímulo. Por tanto, lo que distingue ambas clases de  $Ef$  es si las variables del estímulo son principalmente controladas por la conducta del organismo o por otra variable ambiental sobre la cual el organismo que se comporta parece no tener control. Por ejemplo, aunque la cantidad de leche obtenida por la conducta de mamar de un bebé dependa principalmente sobre el esfuerzo de la respuesta de succión (presión negativa sobre el pezón), el intervalo interrespuesta, la duración de la succión y la cantidad de respuestas; ésta también depende entre otras variables, de factores nutricionales y hormonales de la madre. Focalizando una interacción familiar sobre la conducta del niño, el grado de intensidad o feedback de la reacción de la madre, podría ser regulada por una función establecida sobre la intensidad o ruidosidad del llanto del niño (Prieto, 1987B); pero la magnitud de la conducta de ambos es también una función de la atención de otras personas.

En condiciones experimentales, las  $EfE$  pueden ser programadas de un modo análogo a como se programaría las  $EfC$ . Por ejemplo, en investigación operante la  $EfE$  implícita en programas de reforzamiento de intervalos, son aquellas en las cuales el reforzador está establecido sobre el curso del tiempo. Una  $EfE$  programada sobre el transcurso del tiempo implica que las variables del estímulo serán reguladas por una función establecida sobre el tiempo acumulado desde un evento inicial, el cual constituye el punto de referencia para esa  $EfE$ . Es necesario destacar que debido a que en un programa de reforzamiento de intervalo el evento de inicio de cada intervalo corresponde a la última respuesta reforzada, hay también una  $EfC$  implícita en esos programas de reforzamiento.

## Programación Funcional y Aprendizaje

En la metodología de la programación funcional, los procesos de condicionamiento pueden ser vistos como procedimientos para programar nuevas relaciones funcionales entre estímulos-estímulos; estímulos-conductas y/o conductas-conductas. Por supuesto, las expresiones de  $EfC$  y  $EfE$  que regulan los procedimientos de condiona-

miento no han sido especificados en la investigación conductual tradicional, pero ellas igualmente están implícitas en todo proceso de condicionamiento. En la investigación tradicional sobre condicionamiento, las relaciones entre eventos son establecidas de acuerdo a los patrones de procedimientos que caracterizan el aprendizaje respondiente y operante. Sin embargo, cada uno de esos patrones podría ser descrito matemáticamente mediante clases específicas de relaciones funcionales expresadas en  $EfC$  y  $EfE$ . Desde esta perspectiva, el patrón particular de un proceso de condicionamiento es definido por los programas funcionales que regulan la ocurrencia y dimensiones de un evento psicofísico como una función de las propiedades de otros eventos psicofísicos.

El patrón más básico entre los procedimientos tradicionales de condicionamiento, es la contigüidad entre los eventos relacionados. Si un evento  $Y$  ha sido programado como una función de otro evento  $X$ , la ocurrencia de  $Y$  debería ser inmediata a la ocurrencia de  $X$ , lo que usualmente significa que  $Y$  se inicia junto con, o inmediatamente después de  $X$ , y por tanto la latencia de  $Y$  debería variar entre cero y la duración de  $X$ . A pesar de la fuerte evidencia experimental que soporta la necesidad de ocurrencia contigua entre eventos para que ocurra el condicionamiento, el aprendizaje se produce también por la contingencia y por la correlación entre eventos (Rachlin, 1991). Mientras la contingencia implica que la ocurrencia de los eventos conservan una relación de probabilidad; la correlación implica que los cambios en la ocurrencia en un evento variarán conforme a la ocurrencia de otro. Una variante del principio de correlación está dada por el reforzamiento proporcional, en el que la magnitud del reforzador es administrado en proporción, directa o inversa, a la magnitud de la respuesta. Desde diferentes perspectivas teóricas, cada uno de los principios de contigüidad, contingencia, correlación y proporción, han sido concebidos como condición necesaria para que ocurra el aprendizaje (Rachlin, 1991). Sin embargo, cual-quiera de ellos dependen a su vez de la manera como han sido programadas funcionalmente las variables conductuales tales como la latencia, duración, intervalo interrespuesta, fuerza y cantidad de respuestas. Por ejemplo, una función de la latencia del reforzador basada en la duración de la conducta en donde  $Ep=Cd$  implica que habrá contigüidad entre respuesta y estímulo, pues el reforzador

ocurrirá apenas termine la respuesta; o bien, si la latencia del reforzador se programara sobre la base de la función:  $Ep=(Ci+Cd)/Cr$  implica que no habría contigüidad entre respuesta y reforzador pero si habría correlación entre ambos eventos.

Cada nueva relación funcional generada a través del condicionamiento, de alguna manera es siempre establecida sobre relaciones previas entre un estímulo y una conducta. A un nivel general, el análisis teórico de la programación funcional de nuevas relaciones entre eventos, sería la combinación de sus funciones en una función más amplia e integrada. Lo que liga dos o más conductas es siempre un estímulo que está relacionado funcionalmente con ellas y donde la secuencia entre esas conductas es por sí misma una nueva conducta. Premack (1965; 1971) describe el reforzamiento como una relación entre conductas contingentes (o entre conductas y el estímulo que las une) más bien que una propiedad intrínsecamente reforzante del estímulo. En este sentido, si dos conductas ( $C1$  y  $C2$ ) están relacionadas con un mismo estímulo tal que  $E=f(C1)$  y  $E=f(C2)$ , entonces en ambas funciones puede despejarse el valor del estímulo para establecer la igualdad aritmética entre ambas funciones, lo que permitirá describir a una conducta como una función matemática de la otra; esto es,  $C1=f(C2)$  o en la función recíproca  $C2=f(C1)$ , lo que todo junto involucra un evento reforzante y una nueva conducta.

## *Desde lo Físico al Conocimiento*

El resultado del condicionamiento es por lo tanto, generar nuevos estímulos y nuevas conductas a través de la programación funcional de las propiedades físicas entre ellos. Estos efectos son directamente observables en los cambios psicofísicos de la actividad del organismo durante los procesos de condicionamiento. Pero hay todavía otros efectos del condicionamiento que no son fácilmente perceptibles a nuestros sentidos, sino únicamente deducibles desde las características de la ejecución conductual producida por diferentes programas: el sujeto aprende las propiedades específicas de la relación entre su conducta y los estímulos. A través del aprendizaje el sujeto "sabe" no sólo que existe una nueva relación entre una conducta y un estímulo sino también como están ellos relacionados. Dado que en la experimentación

tradicional no es posible conocer con precisión cual es la expresión específica de los programas funcionales entre variables psicofísicas, tampoco se conoce si el sujeto aprende cómo su conducta y los estímulos están funcionalmente relacionados a través de los procedimientos de condicionamiento. La ejecución particular producida por programas de reforzamiento concurrentes (Schneider, 1973) sugiere que el organismo aprende no sólo que existe una asociación o relación entre la conducta y el reforzador, sino también que existen diferentes clases de relaciones dentro de los programas. Sin embargo, los programas de reforzamiento son sólo una clase de contingencias que no pueden dar cuenta de otras variables independientes que regulan las relaciones funcionales entre una conducta y un reforzador. Incluso aún conociendo los valores de dos eventos psicofísicos relacionados, los experimentadores no necesariamente podrían conocer las funciones matemáticas que los determinan si ellas no hubiesen sido previamente programadas. El que la ejecución cambie de acuerdo con el programa de reforzamiento no es suficiente evidencia para argumentar que un efecto del condicionamiento sería aprender cuál relación funcional existe entre conducta y reforzadores, sino sólo que el efecto del condicionamiento es aprender diferentes ejecuciones bajo diferentes programas de reforzamiento. Bajo un programa funcional en cambio, el sujeto puede llegar a saber exactamente cómo y en qué medida las propiedades de su conducta pueden influir sobre las dimensiones físicas de los estímulos. Así, desde la perspectiva de la programación funcional, el aprendizaje puede ser concebido no tan sólo como la adquisición de un nuevo patrón de acción física en el ambiente, sino más propiamente como la formación de un conocimiento acerca del tipo de función que regula las relaciones entre la conducta y el ambiente.

Aprender las propiedades de las relaciones funcionales entre dos eventos psicofísicos, implica conocer como están ellos relacionados. No es suficiente conocer que existe una relación entre ellos, ni tampoco cuáles son sus valores en diferentes combinaciones. Aunque esos valores son los datos empíricos para construir el conocimiento acerca de cuál es la relación existente, aprender una relación funcional entre dos eventos implica de algún modo conocer la función matemática que regula sus interacciones. Aprender es construir un conocimiento de la función específica que regula las

relaciones físicas entre eventos. Desde este enfoque, la dificultad experimentada por un sujeto para abstraer las funciones específicas que regulan su interacción con el ambiente y por tanto, la incapacidad para construir el conocimiento sobre su grado de controlabilidad de las propiedades físicas de los estímulos, generarían los procesos de indolencia, abandono y desesperanza aprendida (Seligman, 1975; Seligman, Maier & Solomon, 1971; Hulse et al, 1982).

Mientras aprende una relación funcional el organismo se comporta como un sistema algorítmico. Computando valores en cada evento desde sus interacciones reales, el organismo construye una función hipotética de la clase de relación que se establece entre eventos y cada nueva respuesta podría ser vista como un ensayo o prueba de tal función hipotética. Desde esta perspectiva, la conducta opera en forma práctica sobre el ambiente, controlando las dimensiones de los estímulos y probando o testeando el conocimiento abstraído desde lo físico. Mientras mayor sea la práctica, mayor es el control del sujeto sobre el estímulo y más preciso será el conocimiento de la relación funcional. Inclusive, aún cuando la resistencia a la extinción de una conducta operante es relacionada a una función general de discontinuidad entre programas de reforzamiento, ello también depende de la práctica bajo cada programa (Luzoro, 1979; Prieto, 1979), lo que incrementa el grado de precisión del conocimiento construido acerca de las relaciones entre una conducta y un reforzador. Dado que una vez que un conocimiento es construido abstrayéndolo desde lo físico, éste puede cambiar de acuerdo con nuevas programaciones funcionales pero no puede ser "borrado", durante la extinción la función hipotética es contrastada empíricamente respecto de su grado de precisión para controlar el evento, hasta que con la nueva evidencia práctica que demuestra al sujeto que su conducta ya no tiene control sobre las dimensiones físicas del estímulo, el conocimiento acerca de la relación funcional entre  $E=f(C)$  es modificado pero no eliminado. Así, parece ser que el organismo no puede dejar de saber lo que ya ha aprendido.

Desde la perspectiva de la programación funcional el conocimiento puede ser concebido como la abstracción de las relaciones entre eventos psicofísicos que han sido derivadas desde dos o más elementos funcionalmente relacionados. Por tanto, construir un conocimiento implica discriminar

valores pareados de la misma categoría de variables y abstraer desde ellos un patrón de regularidades que indiquen cuánto, cuándo y cómo los eventos están funcionalmente relacionados. Tales regularidades son por sí mismas las propiedades de los programas funcionales implícitos que están regulando la interacción sujeto-ambiente. Las propiedades de un programa funcional son dadas por la expresión matemática que regula la interacción entre eventos. La abstracción del conocimiento acerca de esas propiedades tendrían efectos reguladores sobre conductas futuras, permitiendo al individuo obtener control sobre los eventos relacionados. El aprendizaje generado por la programación funcional de eventos psicofísicos genera en definitiva un cuerpo organizado de conocimientos que permite al sujeto saber cuándo, cuánto y cómo puede él controlar el ambiente y por reciprocidad, cómo autocontrolar su propia conducta.

## Referencias

- Baum, W. M. (1973). *The correlation based law of effect*. Journal of the Experimental Analysis of Behavior. Vol. 20, 137-153.
- Baum, W. M. (1979). *Matching, undermatching, and overmatching in studies of choice*. Journal of the Experimental Analysis of Behavior. Vol. 32, 269-281.
- Catania, A.C. (1963). *Concurrent performances: A baseline for the study of reinforcement magnitude*. Journal of the Experimental Analysis of Behavior, Vol. 6, 299-300.
- Catania, A.C. (1976). *Investigación Contemporánea en Conducta Operante*. Trillas: México.
- Cohen, I.L. (1984). *There is no "right answer": Comment on McDowell*. American Psychologist. Vol. 39, 567-568.
- Davison, M. Hogsden, I. (1984). *Concurrent variable interval schedule performance: fixed versus mixed reinforcement duration*. Journal of the Experimental Analysis of Behavior. Vol. 41, 169-182.
- De Villiers, P. (1977). *Choice in concurrent schedules and a quantitative formulation of law of effect*. En W. K. Honing J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbooks of operant behavior*. Englewood Cliffs, PrenticeHall: New Jersey.
- Ferster, C. B. Perrott, M. C. (1977). *Principios de la Conducta*. Trillas: México.
- Ferster, C. B. Skinner, B. F. (1957). *Schedules of Reinforcement*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Girdner, J. B. (1953). *An experimental analysis of the behavioral effects of a perceptual consequence unrelated to organic drive states*. American Psychologist. Vol. 8, 354-355.
- Haltenhoff, B. (1997). *Efecto de dos programas funcionales sobre la ejecución de una conducta reforzada positivamente*. Tesis para optar al título de psicólogo. Profesor patrocinante Jorge Luzoro; coinvestigador Arturo Prieto Universidad de Chile, Departamento de Psicología, Santiago.
- Hanson, S. & Timberlake, W. (1983). *Regulation during challenge: A general model of learned performance under schedule constraint*. Psychological Review, Vol. 90, 268-282.
- Herrnstein, R. J. (1961). *Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement*. Journal of the Experimental Analysis of Behavior. Vol. 4, 267-272.
- Herrnstein, R. J. (1970). *On the law of effect*. Journal of the Experimental Analysis of Behavior. Vol. 13, 241-272.
- Herrnstein, R. J. (1979). *Derivates of matching*. Psychological Review. Vol. 86, 486-495.
- Hulse, S. H.; Egeth, H. Deese, J. (1982). *Psicología del Aprendizaje*. McGrawHill: México.
- Killeen, P. R. (1972). *The matching law*. Journal of the Experimental Analysis of Behavior. Vol. 17, 489-495.
- Killeen, P. R. (1985). *Incentive theory: IV. Magnitude of reward*. Journal of the Experimental Analysis of Behavior. Vol. 43, 407-417.
- Logan, F. A. (1960). *Incentive. How the Condition of Reinforcement Affect the Performance of Rats*. Yale University Press: New Haven.
- Logan, F. A. (1956). *A micromolar approach to behavior theory*. Psychological Review, Vol. 63, 63-73.
- Logan, F. A. (1979). *Hybrid theory of operant conditioning*. Psychological Review, Vol. 86, 507-441.
- Logue, A. W.; Pena-Correal, T. E.; Rodríguez, M. L. Kabela, E. (1986). *Selfcontrol in adult humans: Variation in positive reinforcer amount and delay*. Journal of the Experimental Analysis of Behavior. Vol. 46, 159-173.
- Luzoro, J. (1979). *Programas de reforzamiento y resistencia a la extinción*. Conferencia realizada en el II Congreso de la Asociación Latinoamericana de Análisis y Modificación del Comportamiento. Bogotá, Colombia.
- Mazur, J. E. (1975). *The matching law and quantification related to Premack's principle*. Journal of the Experimental Psychology: Animal Behavior Processes. Vol. 1, 374-386.
- Mc Dowell, J. J. (1983). *More on Herrnstein's hyperbola*. American Psychologist. Vol. 38, 6-15.
- Neuringer, A. J. (1967). *Effects of reinforcement magnitude on choice and rate of responding*. Journal of the Experimental Analysis of Behavior. Vol. 10, 417-424.
- Osborne, S. R. (1978). *A quantitative analysis of the effects of amount of reinforcement on two response classes*. Journal of the Experimental Psychology: Animal Behavior Processes. Vol. 4, 297-317.
- Premack, D. (1965). *Reinforcement theory*. In D. Levine (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation* (Vol. 13). Lincoln: University of Nebraska Press.

Premack, D. (1971). *Catching up with common sense or two sides of a generalization: Reinforcement and punishment*. In R. Glaser (Ed.), *The nature of reinforcement*. New York: Academic Press.

Prieto, A. (1979). *Discontinuidad del reforzamiento y resistencia a la extinción de la conducta operante*. Tesis para optar al título de psicólogo. Profesor patrocinante Jorge Fernández; coinvestigador Jorge Luzoro. Universidad de Chile, Departamento de Psicología, Santiago.

Prieto, A. (1980). *¿Es la frecuencia de respuesta el dato fundamental de una ciencia de la conducta?*. Universidad de Chile. Departamento de Fisiología y Biofísica, Santiago.

Prieto, A. (1987A). *Schedules of functional relationship*. Oregon Social Learning Center, Eugene, U.S.A.

Prieto, A. (1987B). *Feedback as descriptor of therapeutical changes in motherchild interaction*. Tesis de grado, Graduated School of Psychology, University of Oregon, U.S.A.

Prieto, A. (1993). *Programación funcional de la Conducta*. Proyecto N° 23/93 Dirección de Investigación, Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso.

Prieto, A. (en prensa). *Programación funcional de la magnitud del reforzamiento*. Revista de Psicología, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Rachlin, H. Burkhard, B. (1978). *The triangle: Response substitution in instrumental conditioning*. *Psychological Review*. Vol. 85, 22-47.

Rachlin, H. Green, L. (1972). *Commitment, choice, and selfcontrol*. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, Vol. 17, 15-22.

Rachlin, H. A. (1971). *On the tautology of the matching law*. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. Vol. 15, 249-251.

Rachlin, H. A. (1978). *A molar theory of reinforcement schedules*. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. Vol. 30, 345-360.

Rachlin, H. A. (1983). *Introducción al Conductismo Moderno*. Debate: Madrid.

Rachlin, H. A. (1991). *Comportamiento y Aprendizaje*. Omega: Barcelona

Schneider, J. W. (1973). *Reinforcer effectiveness as a function of reinforcer rate and magnitude. A comparison of concurrent performance*. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, Vol. 20, 461-471.

Schneider, S. M. Morris, E. K. (1987). *A history of the term 'radical behaviorism': From Watson to Skinner*. *The Behavior Analyst*, Vol. 10, 27-39.