

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES EN COMPORTAMIENTO



**EL EFECTO DE LA INTRODUCCIÓN DE UNA OPCIÓN NOVEDOSA EN PROCEDIMIENTOS
DE SENSIBILIDAD AL RIESGO VARIANDO EL ESTADO DEL ORGANISMO**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO(A) EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO**

PRESENTA

HÉCTOR OCTAVIO CAMARENA PÉREZ

Director: Oscar García Leal
Comité: Felipe Cabrera González

Guadalajara, Jalisco

Diciembre de 2010

CONTENIDOS

Introducción.....	4
Antecedentes	5
Estudios experimentales en sensibilidad al riesgo	8
Estudios con dos alternativas.....	11
Estudios con más de dos alternativas	18
El estudio de la novedad en situaciones de elección.....	23
El efecto de estados inducidos en la conducta de elección.....	29
Objetivos y justificación	38
Propuesta experimental.....	39
Sujetos	39
Aparatos y materiales	39
Procedimiento.....	40
Evaluación de la propensión a la novedad	41
Evaluación de la preferencia	41
Inducción de estados en el sujeto.....	43
Serie experimental A.....	45
Serie experimental B.....	47
Estudio piloto.....	50
Objetivo	50
Método	50
Sujetos.....	50
Instrumentos	50
Procedimiento	51
Resultados.....	53
Discusión.....	59
Referencias.....	64

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado para la realización de este trabajo, en el marco de la beca de posgrado número 226898

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones en sensibilidad al riesgo han mostrado, entre otros aspectos, el modo en que las preferencias de elección de un organismo cambian de acuerdo a la disponibilidad de recursos internos y externos.

La mayoría de los experimentos se han realizado con dos alternativas, aunque también existen algunos otros con tres alternativas. Los primeros se han enfocado en evaluar las condiciones externas e internas que hacen que el organismo cambie sus tendencias de elección, entendiendo a las condiciones internas como la cantidad de recursos energéticos con los que el organismo cuenta. Los segundos han tratado de evaluar el cambio en las preferencias de elección provocado por la introducción de una nueva alternativa en términos de la modificación del valor relativo operado sobre las opciones existentes. Hasta ahora, en sensibilidad al riesgo no se ha evaluado sistemáticamente el efecto de introducir opciones novedosas en procedimientos con dos o tres alternativas.

El uso de opciones novedosas se justifica debido a que estudios realizados a diferentes niveles de análisis, han mostrado que existe una relación entre la novedad y el riesgo de las elecciones, tanto en condiciones naturales como experimentales.

El propósito de este trabajo es, en primer lugar, evaluar el efecto de la introducción de una alternativa novedosa sobre la preferencia de los sujetos en contextos de elección con un número creciente de alternativas. Este efecto se analizará en sujetos con baja y alta propensión a la novedad. En segundo término, se analizará el efecto de la inducción de tres estados diferentes en los sujetos, y su interacción sobre la elección. Específicamente, se considerará el efecto de privación de sueño, administración de alcohol e inducción de estrés. La literatura existente señala que estos estados modifican la tendencia al riesgo de los sujetos. Sin embargo, no se han encontrado reportes en los que se analice su efecto en una preparación de sensibilidad al riesgo típicamente utilizada en el marco del estudio de la búsqueda de alimento.

ANTECEDENTES

El estudio de la sensibilidad al riesgo puede contextualizarse por lo menos de dos formas. Primero, como un área de investigación relacionada con los patrones de búsqueda de alimento en animales (teoría del forrajeo). Segundo, como un tópico particular relacionado con la literatura en toma de decisiones (principalmente en humanos). En el caso de este trabajo, se revisarán en primer lugar los estudios más directamente relacionados con la teoría del forrajeo y posteriormente se abordarán los estudios en toma de decisiones humanas.

La ecología conductual centra su atención en el estudio de cómo la conducta de los organismos se relaciona con su medio ambiente, bajo el supuesto de que conductas particulares son el resultado del proceso de selección natural. De este modo, se asume que presiones selectivas particulares han permitido la selección de adaptaciones conductuales que maximizan la eficacia biológica de los organismos. Es en este sentido que Fantino (1991) define la ecología conductual como “una división de la biología que estudia la adaptación del organismo como una función de las variables en su ambiente” (p. 117).

Un problema que surge en este punto es cómo medir la eficacia biológica de un organismo.

En general, es posible asumir que cualquier característica de un organismo, sea a nivel morfológico, fisiológico, conductual, etc., que contribuya a incrementar su probabilidad de supervivencia y reproducción puede ser considerada una medida indirecta de su eficacia biológica. Es en esta medida en la que las estrategias de búsqueda de alimento que despliegan los organismos se han constituido en un área fundamental de estudio para la ecología conductual, dado que diferentes estrategias conducen a una mayor o menor probabilidad de obtención de recursos energéticos, y la cantidad de recursos energéticos obtenidos determina las posibilidades de supervivencia y reproducción de los organismos.

Así como se ha asumido que determinadas configuraciones anatómicas y fisiológicas han sido el producto de la selección natural, también se ha especulado sobre el origen de las diferentes estrategias de búsqueda de alimento que los organismos despliegan. En el estudio de este último campo han convergido el análisis experimental de la conducta y la ecología conductual, en ocasiones con resultados contradictorios y otras veces complementarios.

Del estudio de los patrones de búsqueda de alimento surge la teoría de la búsqueda de alimento (o teoría del forrajeo), misma que se instala en el ámbito de la ecología conductual. Su

convergencia con el análisis experimental de la conducta es evidente por lo menos desde el hecho de que ambas áreas (aunque frecuentemente de diferente forma) estudian la conducta del organismo bajo condiciones de hambre (Shettleworth, 1998).

Inicialmente la teoría del forrajeo observó la conducta de búsqueda de alimento en términos de una serie de elecciones que los organismos emiten en un ambiente con recursos cambiantes. Dichas elecciones suponen un gasto de recursos energéticos y una ganancia de los mismos, de modo que el modo en que el animal administre sus elecciones, minimizando las pérdidas y maximizando las ganancias, determinará su probabilidad de supervivencia y reproducción. Desde la Teoría del forrajeo óptimo se asume, por tanto, que los animales tratan de optimizar la cantidad de recursos obtenidos, desplegando estrategias que conduzcan a largo plazo a la maximización de las ganancias y a la minimización de las pérdidas.

La Teoría del forrajeo se constituyó bajo los siguientes supuestos:

“1) Exclusividad de la búsqueda y la explotación: el predador no puede explotar (manejar) elementos tales como una presa o un parche mientras está buscando uno nuevo; 2) encuentros secuenciales probabilísticos: los elementos son encontrados uno a la vez, y la probabilidad de encontrar cada presa o parche en periodo corto de tiempo es constante; y 3) información completa: el forrajeador conoce, o se comporta como si conociera las reglas del modelo”. (Stephens y Krebs, 1986).

Sin embargo, la idea de que los organismos buscan maximizar las ganancias a largo plazo se topó con varias dificultades al momento de su comprobación empírica (véase por ejemplo, Bateson y Kacelnik 1996). A nivel teórico, tuvo que enfrentar el problema de los determinantes inmediatos de la conducta en contraposición a los determinantes evolutivos. Tal como señala Houston (1987):“La teoría de la optimización no es una teoría sobre el control inmediato de la conducta, sino una teoría sobre los factores que influyen su evolución. Los ecologistas conductuales usan la afirmación de que “los animales maximizan la tasa de reforzamiento” como una abreviación para la afirmación “la selección natural ha evaluado la conducta del forrajeador en términos de la tasa de reforzamiento resultante” (p. 42).

La adaptación de los organismos en términos de la tasa de reforzamiento obtenido a largo plazo resultó insuficiente para explicar la conducta de algunas especies. Además, la estrategia de búsqueda de alimento desplegada por los organismos parece estar determinada por estados particulares del organismo, tales como el hambre o saciedad, la temperatura del ambiente o incluso la cantidad de energía necesaria para efectuar la reproducción (Bateson, 2002a). La teoría del forrajeo óptimo, en tanto que asume como objetivo la maximización de la

tasa de energía obtenida a largo plazo, no permite predecir estrategias de búsqueda diferentes en virtud de estados particulares.

Del mismo modo, la Teoría del forrajeo no es sensible al modo particular en el que los recursos son obtenidos, debido a que únicamente la tasa a largo plazo es el factor a maximizar. Cuando en una situación experimental se presenta a un animal con dos alternativas de respuesta, una que ofrece siempre una cantidad de alimento constante y otra que otorga una cantidad de alimento variable cada vez que es visitada, se observa una preferencia variable en virtud de estados particulares de los organismos. La Teoría del forrajeo óptimo no puede dar cuenta de esta preferencia variable. Por el contrario, si los organismos tienden a la maximización de la tasa de reforzamiento se esperaría entonces que no hubiera una preferencia entre dos alternativas que proporcionaran a largo plazo la misma cantidad de alimento, al margen de que una de ellas proporcionara una cantidad constante de alimento y la otra lo hiciera de manera variable.

Esta falta de ajuste de la teoría del forrajeo para dar cuenta de la preferencia por la variabilidad en ciertas condiciones, propició el marco para el estudio de la sensibilidad al riesgo.

Las situaciones de elección usadas por los ecólogos conductuales no fueron procedimientos completamente nuevos, ya que los analistas conductuales habían empleado previamente programas concurrentes y laberintos para el estudio de la elección y la preferencia. El problema resultante es, por lo tanto, la posibilidad de explicar la conducta de los animales en una situación de elección desde los presupuestos de la teoría del forrajeo, los principios básicos de derivados del análisis experimental de la conducta o incluso desde otros modelos derivados de la ecología conductual que no se sustentan en el supuesto de la maximización a largo plazo.

Por otro lado, es posible que los modelos provenientes de ambas aproximaciones (ecología conductual y análisis experimental de la conducta) sean más complementarias que contradictorias, tal como lo sugiere Shettleworth (1998): “Desde el primer punto de vista, aquel de un ecologista conductual, la cuestión es ¿Qué deberían hacer los animales, y si hacen eso? Desde el punto de vista del psicólogo, la cuestión es ¿Cómo hacen los animales lo que sea que hacen?” (p.379).

En este contexto surge el estudio de la sensibilidad al riesgo como una forma de estudiar los cambios en la preferencia por opciones con resultado fijo o variable y de este modo inferir las tendencias de elección de los organismos bajo ciertas condiciones de forrajeo. Su antecedente más remoto se encuentra en el experimento de Caraco, Martindale y Whittman (1980) cuyo hallazgo general (que más adelante será descrito de forma detallada) es que al

usar dos opciones con el mismo promedio de reforzamiento que difieren en la probabilidad de entrega (una opción fija y otra variable) el organismo preferirá la opción fija o variable dependiendo de su grado de privación. De modo que cuanto más privado esté el animal mostrará mayor preferencia por la opción variable y cuanto menos privado esté preferirá la opción fija.

Este hallazgo contrasta con la teoría convencional del forrajeo, debido a que se propone no enfatizar la maximización de recursos a largo plazo, sino la consideración de reglas particulares de supervivencia que en un plazo breve de tiempo pudieran estar determinando la conducta de los organismos. Específicamente, Stephens (1981) propone que la conducta óptima es establecida en términos de qué alternativa maximiza la probabilidad de supervivencia del organismo hasta el próximo episodio de obtención de alimento (típicamente 24 horas) en contraposición a los beneficios a largo plazo.

Este hallazgo evidentemente resulta relevante también para el análisis experimental de la conducta, ya que el hecho de que un animal prefiera la opción variable sobre una fija con el mismo promedio de reforzamiento bajo ciertas condiciones, y a la inversa bajo otras, no se ajusta del todo a la formulación inicial de la ley de la igualdad aplicada a programas concurrentes. Como Herrnstein (1970) señala “Incluso cuando las dos alternativas refuerzan de acuerdo a diferentes programas, la distribución de las respuestas aún obedece a la regla de igualdad, o algo cercano a ella” (p. 252).

Habiendo señalado la relevancia del tema en cuanto a los patrones de búsqueda de alimento y al análisis experimental de la conducta, se expondrán a continuación algunos de los principales hallazgos en sensibilidad al riesgo.

ESTUDIOS EXPERIMENTALES EN SENSIBILIDAD AL RIESGO

En un sentido general puede definirse la sensibilidad al riesgo como la propensión, aversión o indiferencia hacia opciones con resultado fijo o variable, en una situación donde se presentan al menos alternativas de respuesta. Este tema guarda relación con el modo en el que los organismos explotan su ambiente dependiendo de la variabilidad o consistencia de sus estados internos, o de situaciones particulares del ambiente externo. Por otro lado, y de una forma más indirecta, el tema se relaciona con la forma en que humanos y animales efectúan elecciones bajo diferentes condiciones.

La sensibilidad al riesgo ha sido ampliamente explorada en humanos (Locey, Hackenberg y Pietras 2009; Bickel, Giordano y Badger 2004; Island, Szalda-Petree y Kucera 2007; Pietras y Hackenberg, 2001) y en diversas especies animales como; ratas (Kagel, Battalio, MacDonald, White y Green, 1986; Ito, Takatsuru y Saeki, 2000) aves (Schuck-Paim y Kacelnik, 2007; Caraco, Martindale y Whittam, 1980; Hurly y Oseen, 1999; Hamm y Shettleworth, 1987), abejas (Perez y Waddington, 1996) y monos (McCoy y Platt, 2005). La preparación básica involucra un contexto de dos alternativas que difieren por la probabilidad con la que administran el reforzador, ya sea en la cantidad o en la demora. El organismo, después de una serie de ensayos de elección forzada (procedimiento para discriminar las alternativas), elige dentro de una cantidad determinada de ensayos de elección libre. Las preferencias generalmente se evalúan con o sin privación alimenticia de los animales, aunque también pueden emplearse otro tipo de manipulaciones que generen condiciones similares a las de la privación, como por ejemplo variaciones en la temperatura o requisitos de ganancias (específicamente en humanos), y en condiciones de pérdida de recursos. Las variaciones estudiadas han estado determinadas en buena medida por la especie animal utilizada en los estudios. La preferencia se mide por la proporción relativa de elecciones hacia cada opción. Cuando hay dos opciones se considera como alternativa preferida aquella cuya probabilidad de elección supera un valor de 0.5. De este modo, el animal puede ser propenso al riesgo si prefiere la opción variable, aversivo al riesgo si prefiere la opción fija o indiferente al riesgo si no muestra una preferencia definida (estadísticamente significativa) hacia cada opción. La preferencia hacia una opción particular se determina típicamente a partir de la probabilidad de elección, pero también puede en ocasiones mostrarse relacionada con la latencia de la elección, específicamente en los ensayos de elección forzada (Abreu y Kacelnik 1998).

Algunas condiciones que se han evaluado con este tipo de diseños son: el nivel de privación del organismo, el promedio de reforzamiento de cada opción, la demora y/o la cantidad de reforzamiento de cada alternativa, la cantidad de alternativas, el tipo de reforzador y el nivel de variabilidad de cada alternativa, entre otras. Los resultados han mostrado diversos efectos dependientes de la especie utilizada, el uso de variabilidad en la demora o en la cantidad del reforzador, la cantidad de alternativas y el estado de privación.

De modo general, se ha asumido que estas diferencias podrían ser atribuidas a los efectos de la selección natural en cada especie, de tal modo que la preferencia por la opción riesgosa en determinadas circunstancias, entendida como aquella alternativa cuyo resultado es un valor variable de la dimensión considerada, es una estrategia óptima en la medida en la que aumenta las probabilidades de supervivencia en comparación con la elección que arroja un valor constante.

Sin embargo, existe también evidencia que sugiere que la propensión al riesgo es causada por una alteración en la sensibilidad al reforzador dependiente del estado del organismo; dicha alteración genera una sobreestimación de las ganancias pasadas y una subestimación de las pérdidas recientes. Algunos estudios que utilizan la administración de drogas en humanos y animales han establecido un correlato neurofisiológico como causa de esta alteración en la sensibilidad al reforzador (Kaminski y Ator, 2001; Lane, Cherek, Pietras y Tcheremissine, 2004; Roehrs, Greenwald y Roth, 2004; Lane, Cherek y Nouvion, 2008; Lane, Yechiam y Busmeyer, 2006).

De este modo, se requiere mayor trabajo experimental que permita determinar si la sensibilidad al riesgo es una forma de optimizar el valor de las opciones para aumentar la probabilidades de supervivencia o si se trata de una tendencia de elección causada por una alteración en la sensibilidad al reforzador cuando el organismo se encuentra en circunstancias que modifican su estado neurológico. A pesar de esto, la mayoría de los estudios en sensibilidad al riesgo se han enfocado en la primera posibilidad.

La explicación que ha obtenido mayor soporte empírico ha sido la regla del presupuesto energético, propuesta por Stephens (1981). La afirmación básica es que los animales serán propensos al riesgo cuando sus requerimientos energéticos no sean suficientes para sobrevivir dentro de una magnitud temporal dada, y presentarán aversión o indiferencia al riesgo cuando sus requerimientos energéticos sean suficientes para sobrevivir dentro de una magnitud temporal dada. Los requerimientos energéticos se determinan en base al promedio de consumo alimenticio requerido para sobrevivir en un tiempo dado, de modo que cuando el animal se encuentra por debajo o por encima de dicho promedio será propenso o aversivo al riesgo, respectivamente. En un sentido general la regla del presupuesto de energía tal como es enunciada por Stephens (1981) afirma que “si las condiciones ambientales son tales que se espera que las reservas del forrajeador aumenten, el forrajeador será aversivo al riesgo. Si se espera que las reservas decrementsen, el forrajeador será propenso al riesgo” (p. 629).

Por lo menos dos interpretaciones pueden derivarse de este supuesto básico: el modelo de la regla z y el modelo del descuento de la varianza. De acuerdo con Stephens y Paton (1986) el modelo de la regla z afirma que las preferencias por la opción fija pueden cambiar cuando exista una modificación en los promedios de reforzamiento de cada opción que no afecte la varianza. Por otro lado, el modelo del descuento de la varianza afirma que las preferencias no cambiarán cuando haya un cambio general en los promedios de reforzamiento de cada opción que no afecte la varianza. Stephens y Paton muestran evidencia de que el cambio en el promedio de reforzamiento sí afecta las preferencias de los sujetos. Es posible entonces que cada modelo pueda predecir diferentes aspectos de la sensibilidad al riesgo bajo

diferentes condiciones, ya que los organismos también son sensibles al grado de variabilidad de las opciones.

A pesar de esto, la mayoría de los procedimientos en sensibilidad al riesgo se desarrollan con una media de reforzamiento igual para la opción fija y la opción variable. Otra razón de lo anterior es el hecho de que la preferencia de un animal hacia una opción con un promedio de reforzamiento mayor que otra puede no reflejar una tendencia de elección determinada, sino su sensibilidad a la magnitud del reforzamiento. Sin embargo, aun manteniendo igual el promedio de reforzamiento de las opciones, hay evidencia empírica que resulta inconsistente con el modelo. Esto se ha observado tanto empleando diferentes especies, como con diferentes dimensiones evaluadas, típicamente variabilidad en la demora o en la cantidad.

Como se ha señalado, al describir el procedimiento típicamente empleado en los estudios de sensibilidad al riesgo, los animales son expuestos en primer lugar a las opciones disponibles de manera individual. De este modo, los ensayos de elección están constituidos por alternativas de respuesta a las que previamente los animales han sido expuestos. Recientemente se ha comenzado a evaluar el efecto de introducción de una opción novedosa a la que previamente no fueron expuestos los animales.

La introducción de opciones novedosas dentro de procedimientos de sensibilidad al riesgo resulta relevante, ya que intuitivamente es posible asumir que en el ambiente natural de seres humanos y animales habrá situaciones donde se presenten este tipo de alternativas. Dichas opciones novedosas afectan las tendencias de elección bajo determinadas circunstancias, como lo han evidenciado estudios en neurobiología y los procedimientos denominados dilemas exploración/explotación, mismos que se describirán más adelante. Por otro lado, desde la psicología social y desde aproximaciones neurobiológicas existe también evidencia empírica sobre la correlación existente entre riesgo y búsqueda de la novedad.

A continuación se expondrán algunos de los hallazgos más relevantes para el tema, mismos que debido a las características de este estudio, serán clasificados según el tipo de variable estudiada en cada uno de ellos.

ESTUDIOS CON DOS ALTERNATIVAS

El experimento de Caraco, Martindale y Whittman. (1980) es uno de los principales antecedentes en los procedimientos de sensibilidad al riesgo. Ellos expusieron a juncos

(especie de ave paseriforme perteneciente al grupo gorrión) a dos fases de elección bajo dos condiciones de privación. En la primera fase las aves fueron mantenidas durante 1 hora sin acceso al alimento y expuestas a opciones establecidas con valores de 0 a 12 unidades de alimento (semillas) que mantenían el mismo promedio pero que diferían en su variación. La opción fija mantenía una probabilidad de 1.0 y la opción variable una probabilidad de .5. El reforzador era entregado con una demora de 30 segundos en ambas opciones. En esta fase la mayoría de las aves se comportaron evitando la opción riesgosa en la mayoría de los ensayos. En la segunda fase las aves pasaron por un periodo de privación de 4 horas y la demora en la entrega del alimento fue de 1 minuto en ambas opciones. En este caso la mayoría de las aves prefirió la opción variable.

Las aves mostraron sensibilidad al riesgo dependiendo de su estado de privación, mismo que estuvo determinado por la cantidad de horas previas sin acceso al alimento. Cabe precisar que aquí se varió la cantidad y la demora del reforzador. Si bien en este estudio, la opción variable presentó una distribución binominal, como se verá más adelante, típicamente presenta diversos grados de variabilidad, mismos que tienen efectos específicos en la preferencia de los organismos.

Estudios posteriores de sensibilidad al riesgo han empleado otros criterios para establecer la privación. Ito, Takatsuru y Saeki (2000) en una serie de dos experimentos, expusieron a ratas a una opción fija y otra variable estableciendo su nivel de privación como función de su peso corporal bajo condiciones de libre alimentación. Basándose en la regla del presupuesto energético, las ratas ejecutaron la tarea con presupuesto positivo (sobre 90% de su peso corporal bajo condiciones de libre alimentación) y presupuesto negativo (debajo del 80% de su peso corporal bajo condiciones de libre alimentación). En el primer experimento la opción fija entregaba tres pellets con una probabilidad de 1 y la opción variable entregaba pellets en un rango de 0 a 10 y con una probabilidad de .25 (ambas opciones presentaban un promedio de reforzamiento de tres pellets). Los resultados mostraron que las ratas prefirieron la opción fija bajo presupuesto positivo y fueron indiferentes a las opciones bajo presupuesto negativo.

En el segundo experimento se utilizó el mismo procedimiento pero se emplearon dos condiciones variando el promedio de reforzamiento. En la primera condición, la opción fija consistía en tres pellets y la variable en dos pellets (con una probabilidad de .33) y en la segunda la opción fija consistía en dos pellets y la variable en 3 (con una probabilidad de .33). En la primera condición todas las ratas prefirieron la opción constante bajo ambos presupuestos de energía. En la segunda condición las ratas prefirieron la opción variable bajo presupuesto negativo, pero fueron indiferentes bajo presupuesto positivo.

Es difícil interpretar estos resultados basándose en el regla del presupuesto energético, ya que la indiferencia al riesgo bajo el presupuesto negativo del primer experimento puede resultar de una preferencia de elección marginalmente óptima en la medida de que las posibilidades de supervivencia son mayores en comparación con la preferencia por la opción fija. El resultado de la segunda condición del experimento dos, puede reflejar simplemente una sensibilidad al promedio de reforzamiento. De este modo, podría explicarse la preferencia por la opción variable por el hecho de que su promedio supera por una unidad al de la opción fija.

Otro aspecto a destacar en este procedimiento es la utilización del valor 0 en la opción variable. Ito, Takatsuru y Saeki (2000) afirman que “la variabilidad en la cantidad de comida fue basada en una distribución binominal porque se piensa que esta distribución representa la distribución de comida para varias especies en la naturaleza” (p. 81). Resulta lógico asumir que en el ambiente natural de las especies habrá ocasiones en las que la opción elegida contenga cero comida o comida que exceda el promedio de las otras opciones. Sin embargo, la mayoría de los procedimientos en sensibilidad al riesgo no emplean el valor 0 en la opción variable. Incluso como muestran Bickel, Giordano y Badger (2004) la inclusión del valor 0 en la opción variable puede afectar la proporción relativa de elecciones hacia ésta. La discusión sobre la validez ecológica de la inclusión del valor cero está al margen del tipo de variables que se pretende aislar con procedimientos de sensibilidad al riesgo. En ese sentido su importancia es más bien metodológica.

En otro experimento con ratas, Kagel y et al. (1986) utilizando agua como reforzador, expusieron a ratas a una opción fija y una opción variable. La opción fija entregaba .2 ml. y la opción variable entregaba .25 ml., con una probabilidad de .75 (ambas opciones tienen el mismo promedio de reforzamiento). Las ratas solo tuvieron acceso al agua durante las sesiones experimentales, mismas que se realizaron una vez al día. La cantidad de agua obtenida durante las sesiones experimentales siempre estaba por debajo del promedio establecido bajo condiciones de libre acceso. La cantidad total de agua consumida diariamente fue disminuyendo a lo largo de las sesiones de 8.2 a 3.2 ml.

La mayoría de las ratas mostraron aversión al riesgo. Sólo dos de cinco ratas mostraron un ligero decremento en su aversión al riesgo cuando la cantidad de agua disponible disminuyó. Por lo tanto, los resultados son solo parcialmente consistentes con la regla del presupuesto energético

Hamm y Shettleworth (1987) emplearon pichones en un procedimiento de sensibilidad al riesgo que involucraba opciones donde el reforzador era entregado en base a un programa de intervalo variable. Los sujetos fueron mantenidos al 85% de su peso corporal bajo condiciones de libre alimentación. En una serie de dos experimentos se variaron los valores de los

programas IV. En el primero, la opción fija entregaba 2 pellets de 75 mg., con una probabilidad de 1, y la variable 0 o 4 pellets con una probabilidad de .45, de tal modo que las opciones tuvieran el mismo promedio de reforzamiento. El intervalo de cada opción fue variado de 20s a 180s a lo largo de las sesiones. Los resultados del primer experimento muestran que las aves prefirieron la opción constante en todas las condiciones, pero su aversión al riesgo disminuyó ligeramente conforme se aumentaron los valores de los intervalos. El segundo experimento fue similar al primero, pero en este caso se interpusieron intervalos entre cada elección con la intención de volverlo un procedimiento de ensayo discreto. Se utilizó el mismo incremento en los intervalos durante las sesiones. Se emplearon dos pares de opciones que difirieron en su grado de variabilidad. En el primero la opción fija entregaba 8 pellets y la variable 0 ó 16 (probabilidad de .5); en el segundo, la opción fija entregaba 6 y la variable 2 ó 14 (probabilidad de .5). Bajo estas condiciones todos los sujetos de la primera condición mostraron una mayor propensión a la opción constante en comparación con los de la segunda. No hubo un efecto significativo al incrementar el valor de los intervalos.

Este experimento muestra otra variación simultánea de la demora y la cantidad del reforzador. El hecho de que los pichones mostraran aversión al riesgo, aun con el aumento en el valor de los intervalos, es una muestra de la variabilidad del fenómeno entre especies. El resultado del experimento dos pudiera ser explicado por la presencia del valor 0 en la opción variable.

Stephens y Paton (1986) emplearon colibríes en un procedimiento donde se varió la media de reforzamiento de cada opción. Los sujetos fueron privados en base al promedio de su consumo individual bajo condiciones de libre alimentación para pasar después a dos fases de prueba. En la primera fase, la opción de baja varianza proporcionaba 10 μ l o 15 μ l y la de alta varianza proporcionaba 45 μ l o 5 μ l. En la segunda, la opción de baja varianza proporcionaba 30 μ l o 35 μ l y la de alta varianza proporcionaba 65 μ l o 25 μ l (la varianza es la misma pero la media es diferente en la fase dos al agregar 20 μ l a cada opción). Los resultados mostraron que la preferencia por la opción de alta varianza fue mayor en la fase uno que en la dos, mostrando que el promedio de reforzamiento sí afecta las preferencias de elección.

En un estudio con abejas Perez y Waddington (1996) variaron la cantidad y el volumen del néctar contenido en flores artificiales. Las abejas requerían de aproximadamente 50 visitas para alcanzar su consumo promedio bajo condiciones de libre acceso, de modo que el presupuesto de energía se manipuló variando el porcentaje de néctar proporcionado por cada flor. Las abejas bajo presupuesto negativo no podían alcanzar su consumo promedio eligiendo sólo la opción fija y bajo presupuesto positivo sí podían alcanzarlo. Cuando se trataba de volumen la opción fija proporcionaba 2 μ l y la variable 1 μ l o 3 μ l. Cuando se trataba de

concentración la opción fija ofrecía 20% de solución de sucrosa y la opción variable 10% o 30%.

Bajo estas condiciones las abejas no mostraron una preferencia definida por la opción fija o la opción variable bajo ambos presupuestos de energía, tanto para la variación en el volumen como en la concentración. Los autores argumentaron que el resultado pudo deberse al hecho de que las abejas en su ambiente natural siempre tienen opciones de alimento disponibles (flores) independientemente de si son aversivas, indiferentes o propensas al riesgo. Se observa por lo tanto, que las diferencias en la propensión o aversión al riesgo en cada especie pueden estar siendo mediadas por las características específicas de su ambiente natural.

McCoy y Platt (2005) emplearon macacos en procedimientos de sensibilidad al riesgo con variaciones en tiempo de acceso al reforzador. La privación se realizó limitando el acceso a líquidos entre semana y permitiendo el acceso a ellos los fines de semana. Los animales fueron expuestos a dos opciones en una pantalla. La opción fija proporcionaba 150 milisegundos de acceso a jugo de naranja y la opción variable proporcionaba una cantidad menor o mayor a 150 (lo cual era variado a lo largo de las sesiones). Se corrió adicionalmente una condición control para detectar los posibles efectos de la novedad, en esa condición se mantuvieron constantes los valores de ambas opciones, mientras se variaba el color de una tarjeta.

Los resultados mostraron que los monos preferían la opción variable aun después de ensayos consecutivos donde ésta proporcionaba poco tiempo de acceso al reforzador; de hecho, el recibir valores por debajo del promedio aumentaba la probabilidad de elegir la opción variable.

Bateson y Kacelnik (1996), en una serie de 3 experimentos mostraron que los pichones también emplean cursos de elección tendentes a la maximización a corto plazo. En el experimento, los pichones fueron expuestos a dos tratamientos. En el primero, una opción proporcionaba 5 unidades de comida con una demora de 2.5 ó 60 segundos equiprobable (doble estándar) y la otra era una opción ajustable en cuanto a la cantidad con una demora constante de 20 segundos. En el segundo tratamiento, la primera opción proporcionaba 5 unidades con una demora de 2.5 ó 60 (doble estándar) segundos equiprobable y la segunda (opción ajustable) 5 unidades de comida con una demora ajustable. En ambos grupos la opción ajustable aumentaba o disminuía de valor en función de la preferencia previa del animal, de modo que si el animal prefería la primera opción, la opción ajustable aumentaba un valor en la cantidad de alimento o disminuía un valor en la demora, y cuando el animal prefería la

segunda, ésta disminuía un valor en cuanto a la cantidad o aumentaba un valor en cuanto a la demora.

En la condición de demora, la opción ajustable disminuyó de su valor inicial a un promedio de 5.61 segundos, momento en el cual se observaba indiferencia. En la condición de cantidad los pichones prefirieron la opción doble estándar independientemente de la cantidad de comida disponible a la opción ajustable. Los autores sostienen que este resultado puede ser explicado aludiendo a la incapacidad de ingerir en un único episodio el alimento cuando la alternativa ajustable alcanza un valor de 21 unidades (basándose en los resultados de la condición de demora). Para comprobar esta hipótesis se realiza el experimento 3, donde la opción doble estándar consistía en 5 ó 20 segundos de demora que proporcionan 5 unidades de comida, y la opción ajustable consistía en 20 segundos de demora con una cantidad ajustable. Aquí, los resultados mostraron que el punto de indiferencia se obtuvo con un promedio de 4.25 unidades en la opción ajustable.

Este experimento muestra, por lo tanto, que las preferencias en los procedimientos de sensibilidad al riesgo (posiblemente debido a la cantidad de alimento que un organismo puede consumir en una oportunidad de ingesta dado un tiempo determinado) pueden estar determinadas por tendencias de maximización a corto plazo, donde la demora tiene mayores efectos en la preferencia en comparación con la cantidad. Así Bateson y Kacelnik (1996) concluyen que “los pichones usan la proporción de comida sobre tiempo (EoR) más que la proporción a largo plazo (RoE)” (p. 347).

La regla del presupuesto energético también se ha evaluado con humanos variando la cantidad del reforzador. Pietras y Hackenberg (2001) expusieron a tres sujetos a un procedimiento de sensibilidad al riesgo donde los puntos obtenidos durante la situación experimental eran intercambiables por dinero. La opción fija proporcionaba 2 puntos y la variable 1 ó 3 con una probabilidad de .5. Los sujetos podían intercambiar sus puntos por dinero solo cuando la cantidad acumulada excedía un valor al final de cada bloque de ensayos, de modo que para manipular el presupuesto de energía se establecieron valores que no podían ser alcanzados presionando solo la opción fija (presupuesto negativo) y valores que podían ser alcanzados presionando solo la opción fija (presupuesto positivo). Los sujetos fueron expuestos al presupuesto positivo y después al negativo. La mayoría de los sujetos prefirieron la opción fija bajo presupuesto positivo y la opción variable bajo presupuesto negativo. Los datos dentro de cada bloque de ensayos mostraron además que los sujetos cambiaban de la opción fija a la variable aproximadamente a la mitad del bloque de ensayos, cuando era más perceptible el hecho de que los puntos acumulados eran insuficientes para cumplir el requisito de puntos.

En otro experimento con humanos Bickel y et al. (2004) emplearon a sujetos adictos a la heroína en una prueba de sensibilidad al riesgo donde se varió la cantidad, la demora y la calidad del suministro de heroína durante elecciones hipotéticas. Se manipuló el presupuesto de energía mediante la lectura de guiones que describían los síntomas que se producen después de periodos prolongados de abstinencia (presupuesto negativo) y descripciones en ausencia de síntomas de abstinencia. Se empleó una opción fija y una variable donde ambas tenían siempre el mismo promedio de reforzamiento. Estas opciones fueron presentadas en dos escenarios, uno donde el valor mínimo de la opción variable era uno y otro donde el valor mínimo era 0.

Los resultados mostraron una marcada propensión por la opción variable bajo presupuesto negativo en todas las condiciones (cantidad, demora y potencia). La preferencia relativa por la opción variable fue mayor en la condición de demora que en el resto de las condiciones. La inclusión o exclusión del valor cero en la opción variable tuvo un efecto evidente, de modo que aunque los sujetos fueron sensibles al riesgo con esos valores, el porcentaje de preferencia hacia la opción variable fue mucho menor cuando se incluyó el valor cero en comparación a cuando se incluyó un valor mínimo de uno.

Locey, Hackenberg y Pietras (2009) realizaron otro experimento con humanos donde variaron la demora del reforzador. En una primera fase ellos expusieron a cuatro sujetos a dos opciones que proporcionaban diferente demora para la presentación de diferentes video clips (de 30 segundos de duración) previamente seleccionados por los propios sujetos. Ambas opciones tenían el mismo promedio de demora (15, 30 ó 60 segundos a lo largo de las sesiones), la opción variable ofrecía una demora corta y una larga con una distribución de dos valores con igual probabilidad cuyo valor mínimo era uno, la opción fija ofrecía una demora con cuyo valor igualaba la media aritmética de la opción variable. Después de esta fase los sujetos con preferencia por la opción variable fueron expuestos a la misma opción fija junto con diferentes distribuciones de la opción variable: exponencial, rectangular y normal (las distribuciones difieren en la cantidad de demoras cortas que contienen). Los resultados mostraron que la mayoría de los sujetos prefirieron la opción variable a lo largo de los diferentes valores promedio de demora de la fase uno. En la fase dos, se mantuvo la preferencia por la opción variable pero ésta estuvo diferencialmente asociada a aquellas distribuciones que tenían una mayor probabilidad de demoras cortas.

Las variaciones en la forma de distribución de los valores de la opción variable, son un factor a considerar, ya que usualmente no se manipulan en los procedimientos empleados con animales. Por otro lado, es necesario considerar si los resultados podrían explicarse por la ausencia de una manipulación cuidadosa del presupuesto de energía, ya que aunque el

incremento en la demora promedio de las opciones podría interpretarse como presupuesto de energía negativo, el tipo de reforzador utilizado (acceso a video clips) podría ser un argumento en contra de esto, en la medida en que este tipo de reforzador puede no tener mucha relevancia biológica para los humanos.

Island, Szalda-Petree y Kucera (2007) estudiaron las diferencias sexuales en la sensibilidad al riesgo con un grupo de 235 sujetos. Los sujetos fueron expuestos a un procedimiento de elección en el que la opción fija ofrecía 3 puntos y la variable 1 ó 5 (equiprobables). Para manipular el presupuesto de energía se les hizo creer a los sujetos que estaban compitiendo, de modo que cuando el presupuesto era negativo, un marcador con una barra y una flecha indicaba los puntos por los que iban perdiendo y cuando era positivo, el marcador indicaba la cantidad de puntos por los que iban ganando (los movimientos de la flecha no eran contingentes a las elecciones). Los puntos obtenidos eran intercambiables por dinero sólo si los sujetos ganaban. Se observó una correlación entre el sexo y la propensión al riesgo. Los hombres bajo presupuesto negativo fueron más propensos al riesgo en comparación con los hombres bajo presupuesto positivo y las mujeres bajo presupuesto negativo. La proporción de elecciones riesgosas en las mujeres fue casi idéntica bajo ambos presupuestos.

Los hallazgos hasta aquí expuestos, muestran diferencias en la sensibilidad al riesgo dependientes de la especie y del tipo de reforzador utilizado. Estas diferencias no han podido ser totalmente explicadas mediante la especificación de los procesos evolutivos que se asume que por lo menos parcialmente las generan. Sumado a ello, es necesario mencionar que también existen resultados inconsistentes dentro de la misma especie, mismos que se mostrarán más adelante.

ESTUDIOS CON MÁS DE DOS ALTERNATIVAS

Los procedimientos en sensibilidad al riesgo con más de dos alternativas son escasos en este campo. Su interés estriba en que permiten medir variables aún no exploradas con procedimientos de dos alternativas, tales como la introducción de opciones novedosas y las posibles estrategias de elección desplegadas por un organismo. Además, es en este punto donde los hallazgos obtenidos con animales comienzan a parecerse (en ocasiones) a algunos efectos encontrados cuando se estudian los procesos de elección en seres humanos (Tversky 1969; Tversky y Simonson 1993; Wedell 1991).

A pesar de que aun no hay consistencia en lo referente a la similitud de las tendencias de elección en animales y humanos, hay por lo menos tres efectos que suelen explorarse y encontrarse en los experimentos con animales: la transitividad, la regularidad y el efecto de la adición de señuelos.

La transitividad aplica para series de elecciones binarias, de modo que una elección es definida como transitiva si A es preferida sobre B, B es preferida sobre C, y A es preferida sobre C. La regularidad aplica para elecciones entre diferente número de opciones. Así, una elección se define como regular si la preferencia absoluta por una alternativa no cambia al agregar más alternativas (Bateson 2002b).

La adición de señuelos hace referencia al efecto que tienen las opciones agregadas dentro de un contexto dado de alternativas, Dicho efecto involucra la modificación del valor relativo (ya sea incrementándolo o decrementándolo) del resto de las opciones respecto a una dimensión igual o diferente (Wedell 1991).

La mayoría de los experimentos que estudian los efectos del contexto en las preferencias dentro de procedimientos de sensibilidad al riesgo no interpretan los resultados en dichos términos, posiblemente debido a que ello podría implicar la suposición de que existe cierto grado de similitud entre las elecciones humanas y las de los animales y por el contenido cognitivo de esos términos. Lo que es un hecho es que la introducción de otras alternativas en una configuración de elecciones si provoca un efecto en las tendencias de elección, aunque dicho efecto aún no esté completamente especificado.

Hurly y Oseen (1999) estudiaron el efecto del contexto de alternativas sobre la sensibilidad al riesgo en colibríes. Las aves fueron privadas hasta permanecer entre 85 y 90% de su peso corporal bajo condiciones de libre ingesta. Se emplearon 18 pozos divididos en tres colores. Cada color representaba una opción distinta. La opción fija (6 pozos) proporcionaba 30 μ l, la de baja varianza proporcionaba 20 μ l (3 pozos) o 40 μ l (3 pozos) y la de variación alta 10 μ l (3 pozos) o 50 μ l (3 pozos). Todas las opciones tenían el mismo promedio de reforzamiento. Los sujetos primero fueron expuestos a un contexto de tres opciones (trinario) y después a uno de dos opciones (binario), abarcando dos posibles combinaciones: constante versus baja varianza y constante versus alta varianza.

En el contexto trinario los animales mostraron preferencia por la opción de baja varianza sobre la opción constante y preferencia por la opción constante sobre la opción de alta varianza. Al ser expuestas las aves al contexto binario en la combinación constante versus baja varianza, las aves prefirieron la opción constante, al igual que cuando se presentaron las

opciones constante versus alta varianza. Este experimento muestra por lo tanto cambios en la preferencia cuando se pasa de un contexto trinario a uno binario.

Schuk-Paim y Kacelnik (2007) expusieron estorninos a un procedimiento de sensibilidad al riesgo donde se varió la demora del reforzador en un contexto trinario. Las aves fueron privadas hasta alcanzar el 90% de su peso corporal bajo condiciones de libre ingesta. En el procedimiento, dos opciones eran fijas y no diferían en la cantidad de demora que proporcionaban en una sesión dada, la otra era variable (12 ó 28 segundos equiprobables). A lo largo de los ensayos el valor de la opción fija fue variado, tomando los siguientes valores; 12, 15, 18, 22 y 28 segundos. De este modo había un punto donde el valor de la opción fija casi igualaba la media geométrica de la opción variable. Las aves fueron expuestas entonces a la opción fija “x” y la opción variable, y a la opción fija “y” y la opción variable. Posteriormente se expusieron simultáneamente a las opciones “x”, “y” y la opción variable. Los resultados mostraron un incremento progresivo de la preferencia por la opción variable conforme los valores de las opciones fijas se incrementaban. La preferencia relativa por las opciones fijas no varió cuando se paso de contexto binario a trinario.

Evidentemente estos resultados contradicen a los obtenidos por Hurly y Oseen (1999). Sin embargo, es posible que ello se deba a diferencias en el procedimiento, pues en el caso del experimento de Hurly y Oseen (1999) las opciones están distribuidas en 18 contenedores y las tres opciones son diferentes.

De acuerdo con Schuk-Paim y Kacelnik (2007), una explicación de sus resultados es que “una elección no exclusiva evolucionó a respuestas adaptativas aproximadas a la necesidad de rastrear oportunidades ambientales de cambio, un fenómeno referido como muestreo” (p. 8)

Asumiendo esto, es posible que bajo otras condiciones la introducción de una nueva alternativa genere una tendencia al muestreo (u otro efecto) que altere la proporción de elecciones.

Bateson (2002b) varió el contexto de alternativas usando estorninos. Las aves fueron privadas de alimento hasta alcanzar el 85% de su peso bajo condiciones de libre acceso. Posteriormente fueron expuestas a 3 alternativas distribuidas primero en contextos binarios y después en un contexto trinario. Las opciones eran las siguientes: una constante (C) que ofrecía cuatro pellets con una probabilidad de 1, una de baja varianza (L) que ofrecía dos ($p = .667$) u ocho ($p = .333$) y otra de alta varianza (H) que ofrecía 1 ($p = .667$) o 10 ($p = .333$). Todas proporcionaban un promedio de cuatro pellets. En el contexto binario se emplearon

todas las combinaciones posibles (CL, CH y LH). Después de eso se pasa a un contexto trinario donde C, L y H aparecen simultáneamente.

Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas cuando las combinaciones fueron CL y CH. Pero en la combinación LH, las aves fueron significativamente más aversivas al riesgo. En el contexto trinario las aves continuaron eligiendo L sobre H, aunque en general la proporción absoluta de elecciones fue menor en el contexto trinario que en el binario. Por lo tanto, en la mayoría de los casos no hubo una violación de la regularidad (solo dos aves mostraron un incremento en sus preferencias absolutas hacia alguna opción durante el contexto trinario en comparación con uno o más de los contextos binarios).

En otra investigación Schuck-Paim, Pompillo y Kacelnik (2004) emplearon estorninos en un procedimiento que pretendía evaluar el efecto de la adición de diferentes "señuelos". Los sujetos fueron divididos en dos grupos, en el primero se controló la ingesta de alimento (C) y en segundo no (NC). El control de la ingesta de alimento se logró entregando una cantidad adicional para compensar las diferencias en ingesta producidas por el tratamiento experimental. Todos los sujetos fueron expuestos a dos tratamientos, el de ingesta alta (HI) y el de ingesta baja (HL). En el primero se entregaba una cantidad adicional de comida equivalente al señuelo de cantidad y en el segundo se entregaba una cantidad adicional del señuelo de demora. Los sujetos fueron expuestos primero a dos opciones. La primera opción proporcionaba 5 pellets con una demora de 10 segundos (FA) y la segunda 2 pellets con una demora de 4 segundos (FD). Ambas entregaban una proporción de .5 pellets por segundo. Posteriormente fueron expuestos a contextos trinos, primero con la adición de un señuelo de cantidad que proporcionaba 5 pellets con una demora de 20 segundos (DA) y después con la adición de un señuelo de demora que proporcionaba un pellet con una demora de 4 segundos (DD), ambos ofrecían una proporción de .25 pellets por segundo. Como se observa esto no es en el sentido estricto un procedimiento de sensibilidad al riesgo, ya que todas las opciones proporcionan comida con una demora y cantidad fija.

En el contexto binario la mayoría de las aves prefirieron la opción FA, preferencia que fue mayor bajo condiciones de ingesta baja que en condiciones de ingesta alta. Al agregar los señuelos, la preferencia por FA fue mayor en el grupo NC bajo condiciones de ingesta baja, mientras que no hubo diferencias significativas en el grupo C bajo esa misma condición. Para el grupo NC, la preferencia por FA tendió a ser mayor en condiciones de baja ingesta. En el grupo C, las diferencias en ingesta provocadas por los señuelos fueron compensadas de modo que no hubo diferencias en las preferencias al pasar de contexto binario al trinario. La comparación entre tratamientos reveló que no hubo violaciones de la regularidad en el grupo C. En el grupo NC se presentó un incremento en la preferencia absoluta hacia FD cuando se pasó

de binario a trinario (violación de la regularidad) bajo condiciones de ingesta baja. Así mismo, la preferencia por FA fue mayor en el contexto binario que en el trinario bajo condiciones de baja ingesta. Schuck-Paim, Pompillo y Kacelnik. (2004) argumentaron que los efectos encontrados se explican más por el estado energético que por un proceso cognitivo de comparación entre alternativas, de modo que “es posible que las preferencias parciales dependan de los beneficios que pueden ser derivados por cada opción disponible y que esos beneficios dependan del estado del sujeto” (p. 2310).

Como se observa, los resultados obtenidos son contradictorios en lo referente al mecanismo que genera los cambios en las preferencias de elección derivados de cambios en el contexto de alternativas. Al margen de esto, los resultados muestran que el contexto de alternativas sí ejerce un efecto en las preferencias tanto en animales como en humanos y no solo en situaciones de búsqueda de alimento sino también en otras situaciones de elección (Hutchinson, 2005).

La idea de que los beneficios de las opciones dependen del estado del organismo concuerda con la suposición inicialmente mencionada de que los cambios en el estado del organismo alteran su sensibilidad al reforzador. Eso plantea la posibilidad de que otros estados del organismo (como somnolencia, estrés o intoxicación) y no sólo el hambre, pueden afectar su sensibilidad al riesgo.

Si las preferencias de los animales son parciales y dependen tanto del contexto como del estado energético del organismo, es posible plantear que la introducción de una alternativa novedosa tenga efectos que interactúen con el estado energético del organismo. En este sentido, los procedimientos que emplean el dilema exploración/explotación pueden resultar útiles para especificar dicho efecto.

Los procedimientos que inducen al dilema exploración/explotación básicamente consisten en ensayos de elección donde después de que el sujeto ha acumulado cierta cantidad de ganancias eligiendo una opción o cierto grupo de opciones, se introduce una nueva, de modo que el sujeto puede elegir seguir explotando su ambiente con las opciones dadas o explorarlo eligiendo la nueva opción introducida. Este tipo de procedimientos han sido generalmente empleados para descubrir los correlatos neuronales de la tendencia a la novedad y de las elecciones riesgosas, pero a pesar de eso, proporcionan medidas conductuales relevantes para el estudio de la sensibilidad al riesgo.

Wittmann, Daw, Seymour y Dolan (2008) usaron sujetos humanos en un procedimiento sobre la elección de estímulos novedosos. Los participantes fueron expuestos a una computadora que presentaba 4 opciones (fotografías) que proporcionaban una cantidad de

reforzador (1 ó 0 puntos intercambiables por dinero) con una probabilidad al azar de una media de .33 para cada una. Después de un periodo de ensayos donde los sujetos se familiarizaban con las opciones (se presentaban siempre las mismas 4 fotografías) se introdujo en el 20% de los ensayos una opción nueva (una fotografía diferente) con una cantidad (aproximadamente 4 centavos) y probabilidad de reforzamiento diferente (el artículo los autores no especifican la probabilidad de reforzamiento). Los resultados mostraron que la probabilidad de elegir la opción novedosa fue mayor durante sus primeras introducciones, a pesar de que el pago era relativamente menor.

Este trabajo muestra el efecto de introducir una opción novedosa en un contexto de elección con 4 alternativas que no es exactamente un procedimiento de sensibilidad al riesgo, ya que las opciones familiares variaban y su valor cambiaba de ensayo a ensayo, además no es posible identificar el promedio de cada opción. Por otro lado, es necesario considerar que no se manipuló el nivel de privación de los sujetos, por lo que bien podría argumentarse que la novedad alteró las tendencias de elección en ausencia de una condición específica de privación.

En otro procedimiento con humanos Daw, O'Doherty, Dayan, Seymour y Dolan (2006) expusieron a un grupo de sujetos a 4 opciones presentadas en una pantalla. Cada opción estuvo asociada a una probabilidad de reforzamiento (puntos intercambiables por dinero) que variaba aleatoria e independientemente de ensayo a ensayo. De este modo, aunque cada opción estuvo asociada a una probabilidad, no había estímulos discriminativos que determinaran esa correspondencia. Los resultados mostraron que mayoría de los sujetos alternaban entre exploración y explotación, es decir, ocasionalmente elegían opciones no exploradas. Ello quedó confirmado al preguntar a los participantes sobre la estrategia de elección empleada.

EL ESTUDIOS DE LA NOVEDAD EN SITUACIONES DE ELECCIÓN

La literatura sobre novedad es relativamente escasa, lo cual hace que el término aún resulte metodológicamente ambiguo. De acuerdo con Witt (2009) "Novedad es algo que fue desconocido antes de un particular punto en el tiempo y que, ahora, es descubierto o creado en ese punto en el tiempo" (p. 312)

Tomando esta definición, prácticamente cualquier cambio en un contexto de estimulación que sea posteriormente "descubierto" por el sujeto, puede ser considerado como

novedad. Esto implica, por tanto, que cualquier cambio en la posición, tamaño, forma, intensidad del estímulo etc. puede ser considerado como estimulación novedosa.

Desde la perspectiva del análisis experimental de la conducta, la novedad ha sido conceptualizada y medida en términos de una configuración de estímulos que provoca una conducta de exploración, especialmente en la conducta desplegada en diversos tipos de laberintos. Esta tendencia a responder a la estimulación novedosa (en este caso una opción) depende de parámetros temporales, de la complejidad de los estímulos empleados y del preentrenamiento previo, entre otros factores. Así, de acuerdo con Montgomery (1950) “Las ratas alternan entre los dos brazos de un laberinto debido a que cada uno de ellos evoca una disposición a explorarlo, cuya intensidad se reduce cada vez que un brazo es explorado, y se recupera a medida que la rata no se expone a ese brazo” (p. 582).

Berlyne (1955) por su parte describe esta misma tendencia en términos de una forma de motivación denominada curiosidad perceptual, sobre la cual subyacen dos postulados: “a) cuando un estímulo nuevo afecta los receptores de un organismo, ocurrirá una respuesta productora de motivación (curiosidad) b) mientras que los estímulos que despiertan curiosidad continúen afectando los receptores del organismo, la curiosidad disminuirá” (p. 238).

El efecto de la novedad puede ser entendido como un mecanismo de control que provoca en el organismo una búsqueda de variabilidad en los estímulos con los que interactúa, dicho efecto va disminuyendo conforme el organismo se expone continuamente al estímulo o estímulos novedosos. Varios estudios confirman esta tendencia exploratoria en las ratas (Berlyne, 1955; Montgomery, 1950; Montgomery 1952; Douglas, 1966).

Estudios más recientes sobre esta misma línea demuestran que el fenómeno se presenta también en preparaciones distintas a los laberintos. Por ejemplo, Anderson, Jablonski y Klimas (2008) emplearon un campo abierto octagonal para comprobar el efecto de la distribución de los intervalos en la tendencia de respuesta hacia un objeto novedoso. Un grupo de ratas pasó por una fase de preexposición de 9 minutos continuos con dos objetos iguales en la parte central del octágono, mientras que el otro pasó los mismos nueve minutos divididos en 3 sesiones de 3 minutos con intervalos de una hora. En la fase de prueba ambos grupos fueron expuestos a uno de los objetos de la fase de preexposición más un nuevo objeto (el nuevo objeto difería en color, forma y figura). Se evaluó la cantidad de tiempo invertido en el centro del octágono dentro de un radio de 8 cm. Se encontró una mayor aproximación al centro del octágono en el grupo que recibió los nueve minutos de preexposición distribuidos en comparación con el que recibió los nueve minutos continuos. En las sesiones finales se presentó habituación al estímulo novedoso comparable en ambos grupos.

De acuerdo con lo anterior es evidente entonces que la estimulación novedosa puede ser manipulada de formas distintas dependiendo de la preparación experimental. De este modo, en un contexto de estímulos determinado donde todos los elementos permanezcan constantes pero uno o más de ellos cambie en una o varias de sus propiedades, podremos asumir que ese elemento es novedoso. Partiendo de esta somera delimitación, ahora se expondrán algunos de los hallazgos sobre novedad provenientes de diferentes aproximaciones.

El estudio de los efectos de la novedad sobre las tendencias de elección se justifica no sólo porque no han sido sistemáticamente estudiados en los procedimientos de sensibilidad al riesgo, sino fundamentalmente porque hay evidencia que sugiere que existe una relación neurobiológica y conductual entre la propensión a la novedad y la tendencia a involucrarse en conductas consideradas como riesgosas (por ejemplo, consumo de alcohol y otras drogas), tanto en animales como en humanos (Stansfield y Kirstein, 2005; Zheng y et al. 2003)

La mayoría de los estudios en novedad provienen de aproximaciones neurobiológicas. Dichos estudios, generalmente realizados con ratas, intentan en general establecer los correlatos neuroanatómicos y neurofisiológicos de la propensión a la novedad. Hasta ahora se ha mostrado que además de que los organismos tienen diferencias individuales en su predisposición hacia la estimulación novedosa, dicha predisposición influye en sus respuestas posteriores hacia estímulos que provocan ansiedad, así como hacia la auto-administración de drogas.

Existen por lo menos tres formas posibles de evaluar la predisposición de las ratas hacia la estimulación novedosa.

La primera denominada “novedad inescapable” consiste en exponer a la rata a un ambiente novedoso (campo abierto o caja de longitud grande) donde la propensión a la novedad se mide por la cantidad de terreno explorado dentro de una determinada magnitud temporal.

La segunda denominada “novedad de elección libre” consiste en exponer a las ratas dentro de una caja que a su vez tiene acceso a otras (estímulos novedosos). La rata se expone por algún tiempo al primer compartimiento y después se le permite acceso al resto de los compartimientos. La propensión a la novedad se determina por la proporción de tiempo consumido en el compartimiento familiar en comparación con los compartimientos no explorados.

La tercera, consiste en exponer a la rata a varios objetos dentro de una caja por un tiempo determinado, de modo que se familiarice con ellos. Posteriormente uno de los objetos se reemplaza por un objeto nuevo. Dicho objeto es presentado durante el mismo tiempo que los

objetos anteriores. La propensión a la novedad se mide por la cantidad de tiempo consumida en el objeto novedoso, respecto a los objetos familiares.

Hasta ahora estas formas de establecer la predisposición inicial a la novedad muestran efectos diferentes cuando se intenta correlacionarla con manifestaciones conductuales posteriores (Kabbaj, Devine, Savage y Akil 2000; Wooters, Dwoskin y Bardo 2005; Cain, Smith y Bardo; 2004; Zhu, Bardo, Bruntz, Stairs y Dwoskin 2007).

Independientemente de la confiabilidad de las diversas formas de evaluar la predisposición inicial a la novedad, se ha encontrado evidencia empírica que sostiene que la propensión a la novedad provoca respuestas diferenciadas hacia cierto tipo de estímulos, como por ejemplo estímulos que provocan ansiedad y auto-administración de drogas. Asumiendo esto, es posible plantear que dicha predisposición pudiera tener algún efecto en una situación de elección como lo es un procedimiento de sensibilidad al riesgo. Esta cuestión aún no ha sido investigada.

Desde un punto estrictamente conductual, existen aproximaciones indirectas que han demostrado algunas tendencias en la elección de cierto tipo de resultados que guardan similitud con la novedad, misma que puede ser entendida en términos de preferencias por la variabilidad, tendencia a elegir opciones no elegidas con anterioridad o tendencia a elegir estímulos nunca antes experimentados.

Catania (1975) empleó pichones privados al 80% de su peso corporal, mismos que fueron expuestos a un programa concurrente encadenado de intervalo variable cuyo eslabón inicial permitía elegir entre otros dos programas concurrentes, uno que tenía los dos componentes disponibles (ambos IF del mismo valor) y otro que solo tenía un componente disponible (un IF del mismo valor que los anteriores). Con este procedimiento se encontró que los pichones tendían a elegir el enlace inicial que conducía al concurrente con los dos componentes disponibles, es decir, preferían elección libre en lugar de elección forzada.

Hayes, Kapust, Leonard y Rosenfarb (1981) encontraron resultados diferentes a los anteriores al emplear un procedimiento distinto. Ellos expusieron a pichones a un programa concurrente encadenado con dos componentes que daban acceso a dos tipos de resultado. El primer enlace permitía elegir entre dos operandos uno de los cuales otorgaba acceso al alimento durante 4 segundos y el otro durante un tiempo que variaba descendiendo desde 2 hasta .25 seg (T). El segundo daba acceso a dos operandos donde sólo estaba disponible uno que proporcionaba acceso al alimento durante 4 segundos. Los autores encontraron que inicialmente los pichones tendían a elegir el enlace inicial que daba acceso a dos componentes, pero cuando el valor de T fue descendiendo, la preferencia cambió hacia el

enlace que daba acceso a dos componentes donde solo uno estaba disponible. De este modo, concluyeron que

“Si los hallazgos del presente estudio son legítimos, ellos pueden proporcionar la base para examinar la perspectiva sostenida por varios, de que, la libertad no siempre es preferida” (p. 5)

Aun al margen de si el experimento puede proporcionar una aproximación legítima a la preferencia o aversión a la libertad, es necesario considerar que el valor del componente de elección forzada (4 segundos) fue siempre superior al valor de la opción que permitía elección, lo cual pudo haber afectado las preferencias.

Entendiendo la preferencia por la elección libre como una preferencia por una estimulación variada, estos hallazgos podrían interpretarse indirectamente como indicadores de preferencia hacia la novedad.

Otro estudio analizó el efecto de diferentes tipos de ambiente en la respuesta a estímulos novedosos. Cain, Green, y Bardo (2006) emplearon ratas en una serie de dos experimentos. En el primero las ratas fueron divididas en dos grupos, uno fue criado en condiciones de aislamiento (caja pequeña, sin objetos), el otro fue criado en condiciones de abundancia (caja grande con objetos de estimulación que eran variados periódicamente). Cada grupo fue expuesto a dos fases: línea base y prueba. En la línea base se expusieron a un programa concurrente de dos componentes sin consecuencias programadas. En la fase de prueba, un componente del programa concurrente proporcionaba una luz con variaciones al azar en la proporción del flash y la duración, en tanto que el otro componente permaneció inactivo. Los resultados mostraron que durante la línea base las ratas bajo condiciones de aislamiento presionaban ambas palancas en una mayor tasa que las ratas bajo condiciones de abundancia. En la fase de prueba las ratas bajo condiciones de aislamiento aumentaron y mantuvieron la respuesta hacia la palanca que proporcionaba la luz, mientras que las ratas en condiciones de abundancia solo mostraron un ligero incremento de respuesta hacia la palanca que proporcionaba la luz.

El experimento dos fue igual al anterior excepto que se agregó un grupo que fue criado en compañía de otras ratas pero sin objetos novedosos (condición social). Además se agregó un periodo de reforzamiento con sucrosa para equiparar la tasa de respuesta de todos los grupos durante la línea base. Las ratas no difirieron en la tasa de respuesta durante la línea base. Al pasar a la fase de prueba, las ratas bajo condiciones de aislamiento presionaron con mayor frecuencia la palanca con luz, seguidas de las ratas bajo condición social y finalmente las ratas en condiciones de abundancia.

Moustgaard y Hau (2009) emplearon ratas y un corredor en "T" para explorar el efecto de los hábitos en las elecciones. Un grupo de ratas recibió un entrenamiento donde uno de los brazos siempre estaba bloqueado (el mismo a lo largo de los ensayos pero aleatorizado entre sujetos). Posteriormente, la mitad de las ratas fueron expuestas a 3 minutos de exploración en ausencia del bloque (grupo de exploración) y la otra mitad no (grupo estándar). A continuación todas las ratas pasaron por 20 ensayos donde se les permitía elegir cualquier brazo. Más tarde, se expusieron a 195 ensayos de elección forzada con el bloque en la ubicación habitual y finalmente se presentaron 20 bloques más de ensayos de elección libre (200 ensayos). La consecuencia de llegar a cada brazo era la presencia de una porción de comida igual para todas las ratas. Los resultados mostraron que el grupo de ratas que no recibió el periodo de exploración posterior, mostró un decremento en el número de visitas hacia el nuevo brazo abierto durante los ensayos de elección libre. Durante el primer ensayo del bloque de 20 ensayos, todas las ratas del grupo estándar cambiaron su elección (alternaron), mientras que en el grupo de exploración la mitad cambió su elección. El grupo de exploración además de mostrar una alta propensión hacia el nuevo brazo, también presentó un decremento en la frecuencia con que alternaba de brazo.

Es difícil interpretar los resultados de este experimento en términos de los efectos de una opción novedosa, ya que la alternación en las tendencias de elección podría entenderse como una estrategia de forrajeo o como una forma de exploración. Además durante el periodo de exploración la comida fue retirada, lo cual pudo haber inducido a un cambio en las elecciones posteriores de la rata.

Aunque este estudio muestra el efecto de un periodo de exploración sobre elecciones subsecuentes, no es posible determinar si existió una propensión inicial a la novedad en las ratas que haya afectado las elecciones posteriores en tanto los autores no aplicaron un procedimiento para su evaluación. Las aproximaciones actuales al estudio de la novedad no han evaluado hasta ahora el efecto de la introducción de una opción novedosa en un contexto de elección con más de dos alternativas, donde las elecciones del animal sean especialmente relevantes para su supervivencia.

Los dilemas exploración/explotación (mencionados en el apartado anterior) han mostrado ciertos efectos de las opciones novedosas, sin embargo, no han separado el efecto de la variabilidad del resultado del efecto de la estimulación novedosa; así mismo, no han mostrado si la estimulación novedosa tiene un efecto diferencial dependiente del estado de privación del organismo o algún otro estado inducido. Esto es, en general lo que motiva y justifica este trabajo.

Entendiendo a la novedad como otro mecanismo de control (similar al hambre) que sesga las elecciones, y asumiendo que algunos organismos de la misma especie poseen cierta predisposición a la búsqueda de estimulación novedosa (y otros no), es posible suponer que en una situación de forrajeo o de elección, la estimulación novedosa tenga una influencia en las tendencias de elección, y que esa influencia depende del estado del organismo.

Como se ha mostrado, la predisposición a la novedad predice también la predisposición a conductas riesgosas. Intuitivamente al menos, es posible suponer también que la predisposición a la novedad correlacione con predisposición a elecciones riesgosas.

Existen diversos estudios con animales y humanos que demuestran que la propensión al riesgo es mediada también por otros estados además del hambre. Sin embargo, en dichos estudios no se ha estudiado el efecto de la introducción de opciones novedosas. Si ciertos estados inducen al riesgo en procedimientos de elección y la novedad también, es posible suponer algún efecto de interacción o de sumación al introducir opciones novedosas en procedimientos de elección mientras se modifica el estado del organismo: Este efecto no ha sido aún esclarecido.

El siguiente apartado muestra una recopilación de esos estudios, tratando de justificar su relevancia para este trabajo por lo menos en dos aspectos, primero la relevancia de manipular estados diferentes al hambre en procedimientos de sensibilidad al riesgo con opciones novedosas, y segundo, la posibilidad de que la manipulación de estados muestre que la sensibilidad al riesgo es mediada por causas diferentes a las inicialmente propuestas por los estudios iniciales en el área (por ejemplo, alteraciones en la sensibilidad al reforzador).

EL EFECTO DE ESTADOS INDUCIDOS EN LA CONDUCTA DE ELECCIÓN

Otras aproximaciones en el estudio de la sensibilidad al riesgo han abordado el problema desde perspectivas diferentes a las aproximaciones tradicionales provenientes de la teoría del forrajeo. Por ejemplo, Fromme, Katz y D'amico (1997) analizan las conductas riesgosas en la vida cotidiana producto de la intoxicación etílica, en términos de una alternación en la percepción de las consecuencias asociadas a dichas conductas.

Los hallazgos de estas aproximaciones sugieren que la propensión al riesgo puede ser entendida como una tendencia de elección dependiente del estado del organismo y que existen determinadas condiciones que provocan que la sensibilidad a las consecuencias reforzantes y

castigantes se vea alterada, de modo que un organismo bajo estas condiciones tiende a elegir opciones riesgosas a pesar de tener como resultado pérdidas consecutivas.

En este sentido, es posible plantear como hipótesis que la propensión al riesgo sea una tendencia de elección dependiente del estado, mas que una estrategia de optimización de los recursos. Los siguientes son algunos hallazgos experimentales que dan sustento a esta idea.

Lane, Cherek, Pietras y Tcheremissine (2004) emplearon sujetos humanos en una tarea de elección similar a un procedimiento de sensibilidad al riesgo. Los sujetos fueron distribuidos en un grupo placebo y un grupo experimental. Los sujetos del grupo experimental recibieron previo a la tarea de elección diferentes dosis de alcohol (.2 g./kg, .4 g./kg. y .08 g./kg.), en tanto que el grupo placebo recibió una sustancia que simulaba el sabor a alcohol. Los sujetos fueron expuestos a dos opciones (representadas por dos teclas de la computadora), la opción fija proporcionaba .01 dólares con una probabilidad de 1 y la opción variable proporcionaba ganancias o pérdidas de .25, .5, .75 y 1 dólar con una probabilidad de .5. La opción fija entregaba un promedio de 6 dólares por sesión y la opción variable 7.12 (en este aspecto el diseño se separa del habitualmente utilizado en los estudios de sensibilidad al riesgo). Los sujetos fueron expuestos a ensayos de elección forzada mezclados con ensayos de elección libre, con un intervalo de 10 segundos entre cada elección. Posteriormente se presentó una fase de elección en ausencia de alcohol (línea base) y finalmente ensayos de elección libre bajo la condición placebo y experimental.

En general los resultados mostraron que la proporción de elecciones de la opción arriesgada aumentaba como una función dependiente de la dosis de alcohol. Esta proporción se diferenciaba de la observada en línea base. La diferencia más significativa se encontró con la mayor dosis. Al hacer un análisis de las elecciones ensayo a ensayo, se encontró que los sujetos bajo los efectos de la dosis más alta elegían la opción arriesgada hasta 4 veces consecutivas al margen de que el resultado hubiera sido pérdida. Esta tendencia difería significativamente de la de las otras dosis y del azar.

Lane, Cherek, Piedras y Tcheremissine. (2004) en su discusión afirman: "interpretamos el incremento observado en la probabilidad de elecciones consecutivas de pérdidas seguidas de una sola ganancia en la opción arriesgada, como una sobreestimación de las ganancias pasadas y una subestimación de las pérdidas más recientes." (p. 75)

El efecto sugerido de una alteración en la sensibilidad al reforzador es consistente con otros estudios que han evaluado el efecto de administración de drogas en tareas de elección con humanos.

Por ejemplo, Lane y Cherek (2002) emplearon un programa concurrente para evaluar el efecto de la administración de tres dosis distintas de marihuana. Los sujetos debían responder en un programa múltiple con intervalo al azar con un demora de cambio (RF5) programada. Cada opción proporcionaba un reforzador monetario de .03 dólares de acuerdo a un programa de intervalo al azar cuyos valores cambiaban a lo largo de las sesiones. El orden de la manipulación fue el siguiente. Durante los primeros 10 minutos de la sesión ambos componentes del programa tuvieron un valor promedio de 5 segundos. Después de 10 minutos la opción más preferida comenzada a disminuir su valor monetario (aumentando el valor del intervalo), de tal modo que, de 11 a 20 minutos cambiaba a un promedio de 15 segundos, de 21 a 30 minutos a un promedio de 20 segundos, de 31 a 40 minutos a un promedio de 25 segundos y de 41 a 50 promedio de 30 segundos. Todos los sujetos pasaron por las condiciones placebo-dosis y dosis-placebo.

Los resultados mostraron que la cantidad de reforzadores obtenidos disminuyó en función de la dosis, obteniéndose el efecto más significativo con la dosis más alta. El número de respuestas también mostró un decremento en función de la dosis empleada. En ambas condiciones placebo los sujetos obtenían significativamente más ganancias en comparación con las condiciones de dosis.

Dado que la tarea requería de una discriminación en la magnitud del reforzador y la forma en que ésta cambiaba, los resultados obtenidos pueden ser interpretados a partir de la consideración de una alteración en la sensibilidad al reforzador. Lane y Cherek (2002) concluyeron que “los datos conductuales indican que la marihuana rompe agudamente la sensibilidad a los cambios en la frecuencia de reforzamiento” (p.527).

Lane, Cherek y Nouvion. (2008) evaluaron el efecto del flunitrazepam en la sensibilidad al riesgo en humanos. Ellos emplearon un procedimiento similar al anteriormente reportado. Todos los sujetos pasaron por una condición placebo y experimental contrabalanceada. Se utilizó una tarea de elección con dos opciones, la opción fija proporcionaba .01 dólares con una probabilidad de 1 y la opción variable proporcionaba pérdidas o ganancias de .25, .5, .75 o 1 con una probabilidad de .5. Se administraron dosis de .5, 1 y 2 mg/70kg. Los resultados mostraron que la propensión al riesgo aumentó en función de la dosis. El efecto más significativo se obtuvo con las dos dosis más altas. Adicionalmente se encontró también que la tasa de respuesta disminuyó conforme aumentaba la dosis. Los autores interpretaron los resultados, al igual que los anteriores, en términos de una alteración en la sensibilidad a las consecuencias castigantes y reforzantes.

En otro experimento con humanos Roehrs, Greenwald y Roth (2004) variaron el estado de los sujetos mediante la administración de cafeína, ethanol y la privación de sueño. Los

sujetos fueron evaluados y clasificados, de acuerdo a su latencia para iniciar el sueño y en base a sus ritmos circadianos, en somnolientos y alertas. Todos los sujetos fueron expuestos a una fase en la que se les administraba cafeína, etanol o una solución placebo. La cafeína se administró mediante cápsulas, y el etanol y el placebo mediante una bebida con sabor a vodka.

Se realizó un diseño intrasujeto bajo los siguientes tratamientos: etanol placebo más cafeína placebo, .5 g/ kg de etanol más cafeína placebo, .5 g/kg. de etanol más 150 mg. de cafeína y .5 g/ kg. de etanol más 300 mg. de cafeína.

La tarea de elección constaba de dos opciones representadas en la pantalla de una computadora. Los sujetos respondían en sesiones de 48 ensayos discretos usando las teclas “x” e “y” del teclado. Cuando una luz verde se encendía los sujetos debían completar una razón fija de 100 en la letra correspondiente, cuando la luz se volvía amarilla en un punto de la secuencia (50, 45, 40, 35, 30, 25, 20 o 15 con una distribución aleatoria) los sujetos debían decidir si continuaban tratando de completar la razón (propensión al riesgo) o desistían y se quedaban con los puntos ganados (aversión al riesgo). Si la luz se volvía roja antes de completar la razón los sujetos perdían los puntos acumulados con un porcentaje señalado de 12.5%, 37.5% o 100%.

Los resultados de interés en este caso muestran que en la condición placebo los sujetos somnolientos hicieron menos elecciones riesgosas que los sujetos alertas. Los sujetos alertas efectuaron más elecciones riesgosas cuando el requerimiento de respuesta fue bajo. Los sujetos alertas comparados con los somnolientos mostraron más elecciones arriesgadas cuando perder puntos era menos probable y menos elecciones arriesgadas cuando la probabilidad de perder puntos era mayor. Los sujetos alertas ganaron significativamente más puntos que los sujetos somnolientos en todas las condiciones, de modo que la combinación etanol más cafeína no alteró la cantidad de puntos ganados durante la ejecución de la tarea. Roehrs, Greenwald y Roth (2004) concluyen que “El riesgo de ganancias monetarias es modulado por diferencias individuales en el sueño basal, en conjunción con el requerimiento de respuesta” (p.891).

Estos dos estudios muestran en general la propensión al riesgo en seres humanos como una tendencia de elección mediada por el estado en el que se encuentra el organismo y no como una estrategia de optimización. Específicamente el trabajo de Roehrs, Greenwald y Roth (2004) muestra como los sujetos bajo estado de somnolencia obtienen menos ganancias en comparación con los sujetos alertas, lo cual plantea a la propensión al riesgo como una tendencia dependiente del estado.

Lane, Yechiam y Busemeyer (2006) analizaron el efecto de la marihuana, el alcohol y el aprazolam en las tendencias de elección con humanos en base al modelo de la valencia esperada. Este modelo propone, en términos generales, que el sujeto emite una decisión efectiva en base al resultado de cada ensayo. Así mismo, la valencia de cada ensayo es calculada mediante la ponderación de las pérdidas y ganancias proporcionadas por cada opción en ensayos sucesivos. El modelo incorpora tres parámetros que parecen ser afectados diferencialmente por cada droga: el parámetro aprendizaje/memoria, que determina la influencia relativa de las consecuencias más recientes asociadas a cada opción, el parámetro de peso, que determina la influencia relativa de las pérdidas y ganancias en base a la estimación del valor promedio de cada opción y el parámetro de consistencia, que determina la sensibilidad del sujeto a sus expectativas en relación a sus elecciones.

Al igual que en los procedimientos anteriores se empleó un grupo control y un grupo experimental. Después de la administración de la droga (una dosis baja y una dosis alta) los sujetos pasaron a una tarea de elección donde la opción fija proporcionaba .01 dólares con una probabilidad de 1 y la variable .25, .5, .75 y 1 (pérdidas o ganancias) con una probabilidad de .5.

En general los resultados mostraron todas las drogas incrementaron la propensión al riesgo con la dosis alta, pero el análisis en términos del modelo mostró que el mecanismo responsable de este efecto fue en ocasiones distinto.

El alcohol en la dosis alta incrementó la sensibilidad hacia las ganancias y decrementó la sensibilidad hacia las pérdidas. La marihuana tuvo en efecto en el parámetro memoria/aprendizaje provocando una mayor influencia de los resultados recientes en las expectativas y un olvido más rápido en comparación con la condición placebo. Este efecto fue similar con la administración de alprazolam.

Por lo tanto, de acuerdo a los resultados el alcohol parece alterar la sensibilidad a las consecuencias, en tanto que la marihuana y el alprazolam parecen tener efectos sobre procesos de memoria y aprendizaje relacionados con los pagos esperados, pero no alteran la sensibilidad a las consecuencias. En el contexto de experimentos con humanos, aún no existe consenso sobre cuál es el mecanismo preciso que provoca la propensión al riesgo cuando se inducen diferentes estados con la administración de drogas.

El estrés ha sido otro estado que parece afectar las tendencias de elección en seres humanos y animales, aunque la evidencia disponible es escasa y presenta variaciones en la forma de inducirlo y medir sus efectos en una tarea de elección. Porcelli y Delgado (2009) evaluaron el efecto del estrés agudo en decisiones financieras hipotéticas. Se estableció un grupo sometido a condiciones de estrés y un grupo control. Para inducir estrés, el primer grupo

sumergió su mano dominante en agua a una temperatura de 4 grados centígrados durante dos minutos antes de la tarea de elección, el grupo control sumergió su mano dominante en agua a una temperatura de 25 grados centígrados. La tarea de elección consistía en decisiones hipotéticas entre dos opciones que variaban en la cantidad y en la probabilidad del reforzador monetario. Se establecieron dos conjuntos de juegos. En el primero los participantes elegían entre 80% de posibilidad de perder .75 dólares o 20% de posibilidad de perder 3 dólares (condición de pérdidas); en el segundo elegían entre 80% de posibilidad de ganar .75 dólares o 20% de ganar 3 dólares (condición de ganancias). En la condición sin estrés los participantes emitieron más elecciones riesgosas cuando se trataba de pérdidas que cuando se trataba de ganancias. En la condición de estrés los sujetos emitieron menos elecciones riesgosas cuando se trataba de ganancias en comparación con los sujetos sin inducción de estrés. Cuando se trataba de pérdidas, los sujetos con estrés inducido tuvieron mayor propensión al riesgo en comparación con los sujetos sin estrés. Adicionalmente se encontró que los participantes en ausencia de estrés tuvieron un desempeño más rápido en contexto de ganancias que en contexto de pérdidas. Los sujetos bajo condiciones de estrés tuvieron una ejecución más rápida tanto en ganancias como en pérdidas.

En la revisión realizada, no se han encontrado muchos estudios con ratas u otras especies que analicen el efecto de las drogas u otras variaciones en los estados sobre las preferencias de elección.

En un estudio con ratas también se presentan variaciones en las preferencias de elección debidas a cambios en sus estados inducidos. Por ejemplo, Kaminski y Ator (2001) evaluaron la sensibilidad al riesgo en ratas bajo el efecto de diversas drogas mientras manipulaban simultáneamente el valor del requisito de razón y de los intervalos entre ensayos (ITIs). Al igual que el procedimiento anterior sus características son distintas a los procedimientos usuales en sensibilidad al riesgo. Los autores emplearon una línea base de elección con ITIs de 20 segundos y RF 1, alternando ensayos forzados y libres, ésta se comparó posteriormente al aplicar las manipulaciones posteriores, esto es, aumentando progresivamente el valor del requisito de razón y los ITIs. Las ratas fueron expuestas a una opción que arrojaba un resultado constante (3 pellets con una probabilidad de 1) y una opción variable (15 ó 0 pellets con una probabilidad de .33 y .67 respectivamente). La exposición a esta situación de elección se realizaba antes y después de la administración de tres drogas distintas: etanol, anfetaminas y PCP.

Los datos mostraron cambios en la preferencia debidos a modificaciones en los ITIs y en el requisito de razón, e independientemente de la administración de las drogas. Asimismo,

se observó un efecto diferente para cada tipo de droga, mismo que interactuó con las manipulaciones paramétricas empleadas.

En general, conforme se aumentaba el valor de los ITIs la propensión al riesgo aumentaba. La administración de etanol provocó un decremento significativo en la propensión al riesgo en la mayoría de las ratas respecto a la línea base. Este efecto se mantuvo con intervalos entre ensayos de 20 hasta 80 segundos. El PCP provocó un decremento en la propensión al riesgo por debajo de la línea base. La administración de anfetamina generó un aumento en la propensión al riesgo dependiente de la dosis, de modo que con intervalos de 20 segundos se evidenció un aumento en la propensión al riesgo, pero con intervalos de 80 segundos hubo una disminución en la propensión al riesgo.

Jones, Yoon y Kim (2009) mostraron el efecto del estrés en ratas bajo un procedimiento de elección. Un grupo de ratas fue expuesto a 60 minutos de choques intermitentes antes del procedimiento de elección, mientras un grupo control no pasó por la fase de administración de choques. El procedimiento de elección constaba de dos fases. Durante la primera (línea base) las ratas elegía entre dos opciones exactamente iguales presentadas una a la derecha y la otra a la izquierda. Cada opción proporcionaba .04 ml. de agua con una probabilidad de .8. En la segunda fase una de las opciones continuaba proporcionando .04 ml. con una probabilidad de .8 y la otra .12 ml. con una probabilidad de .8. Se empleó un instrumento similar a un laberinto de ocho brazos, donde el animal encontrándose en la posición central del laberinto, elegía entre el brazo de la derecha y el de la izquierda. Una vez consumido el reforzador, el animal regresaba al brazo central para dar lugar a un nuevo ensayo. Todas las ratas durante la fase de línea base eligieron ambas opciones relativamente en la misma proporción. Al pasar a la segunda fase las ratas del grupo control mostraron el sesgo esperado hacia la opción que proporcionaba mayor cantidad de agua. En contraste, las ratas que fueron sometidas a una condición de estrés un día antes, mostraron un sesgo mínimo hacia la opción con mayor cantidad de reforzador en comparación con la línea base. Jones et al (2009) concluyen que “Es posible que el estrés rompa el circuito de la recompensa y deteriore la habilidad para discriminar entre dos valores de recompensa” (p. 5).

No existen descripciones detalladas de los efectos de la privación de sueño en procedimientos de sensibilidad al riesgo o en algún otro procedimiento de elección. Sin embargo, existe por lo menos evidencia de que la privación de sueño tiene efectos diferenciales en el aprendizaje asociados a un aumento en la excitabilidad y la irritabilidad.

Albert, Cicala y Siegel (1970) en una serie de 4 experimentos (relevantes para este trabajo dos de ellos), demostraron el efecto de la privación de sueño en fase REM en diferentes tareas empleando la técnica de la plataforma (véase más tarde en este mismo

documento para una explicación detallada). Las ratas fueron expuestas durante su periodo de sueño a una caja con una malla de alambre como piso, misma que permitía un flujo controlable de agua. Para un grupo (experimental) el nivel de agua fue grande y para otro (control) el nivel de agua fue pequeño, de modo que permitía dormir. Este procedimiento se aplicó durante 3, 6 y 9 días. A la par con los días de privación de sueño las ratas pasaban a una caja de actividad libre que medía la actividad mediante sensores. En la fase final todas las ratas pasaban a cajas usuales de confinamiento y se medía de nuevo su actividad. Las ratas privadas de sueño REM mostraron una mayor actividad en la caja de actividad, misma que persistió durante los días 3, 6 y 9. Al pasar a ambos grupos a las cajas usuales de confinamiento su nivel de actividad no difirió.

En el Experimento 2 de su serie se empleó el mismo método de privación. Se estableció un grupo control y otro experimental (5 días de privación). Ambos fueron expuestos a un procedimiento de evitación de choque señalado. En el procedimiento utilizado, cada 38 segundos sonaba un ruido de 70 decibeles en una caja dividida en dos sitios. El choque podía ser evitado únicamente si los animales cruzaban al lado opuesto durante los primeros 6 segundos de presentación del sonido.

Los resultados mostraron un efecto dependiente del grupo y de la sesión. Las ratas privadas de sueño REM mostraron un mayor porcentaje de evitación, que comenzó a disminuir al llegar a los 100 ensayos hasta terminar por debajo de grupo control. Albert, Cicala y Siegel (1970) concluyeron que: "La privación de REM produce un estado motivacional, análogo a las condiciones de hambre y sed, el cual sirve para incrementar la sensibilidad del animal a los estímulos ambientales" (p. 559).

Otros estudios con el mismo procedimiento para inducir privación de sueño REM, han mostrado efectos en la tasa de respuesta y en el porcentaje de choques evitados en procedimientos de evitación de choque (Harvey y et al. 2004; Kennedy, Meyer, Werts y Cushing, 2000) y en la conducta sexual de ratas hembras (Anderson, Jablonski y Klimas, 2009).

Hasta este punto se han revisado algunos estudios que ponen de manifiesto que los estados inducidos por la administración de drogas, estrés y privación de sueño, tienen efectos en las preferencias de elección en seres humanos. Dichos efectos pueden ser descritos en términos de una aversión o propensión al riesgo mediada por cambios en la sensibilidad al reforzador.

La cuestión de si la estimulación novedosa y la propensión inicial a la novedad influyen en estas tendencias de elección inducidas por estados, no ha quedado esclarecida ni en

humanos ni en ratas. Intuitivamente es posible suponer una asociación de este tipo, debido a que tanto humanos como animales en su ambiente cotidiano se ven expuestos a diferentes situaciones de elección donde se presentan opciones novedosas tanto en su contenido como en su forma. Ello sumado a la evidencia experimental aquí citada referente a la relación entre la propensión a la novedad, el riesgo y las tendencias de elección (Stansfield y Kirstein, 2005; Zheng y et al. 2003; Wittman, Daw, Seymour y Dolan, 2008), sugiere que las opciones novedosas pueden tener efectos en las tendencias de elección y que dichos efectos son también dependientes del estado del organismo.

Conforme a lo expuesto hasta aquí, se abre entonces la posibilidad de que la propensión al riesgo sea una tendencia de elección dependiente del estado y que en dicha propensión la estimulación novedosa (en términos de opciones) juegue un papel relevante. El objetivo general de este proyecto es esclarecer esta posibilidad.

OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

El proyecto propuesto tiene dos objetivos que se desarrollan en dos series experimentales.

Un primer objetivo, abordado con la serie experimental A, se centrará en el estudio del efecto de la introducción de una opción novedosa en contextos de elección basados en los procedimientos de sensibilidad al riesgo con un número creciente de alternativas.

Para lograr este objetivo se partirá de las preparaciones más simples (pocas alternativas) hasta otras que incluyan más de dos alternativas. El objetivo se justifica en la medida de que la mayoría de los experimentos en sensibilidad al riesgo donde se incluyen más de dos alternativas, no han evaluado los efectos de las propiedades novedosas de la alternativa, centrándose más bien en el modo en que la nueva alternativa afecta la distribución de las respuestas y el valor relativo de las alternativas iniciales (Hurly y Oseen 1999; Schuck-Paim y Kacelnik 2007; Schuck-Paim, Pompillo y Kacelnik 2004). Aunque los dilemas exploración/explotación y las aproximaciones neurobiológicas a la novedad han evaluado el efecto de los estímulos y las opciones novedosas en las elecciones y otras manifestaciones conductuales, en los primeros no se han separado los efectos de la variabilidad en el resultado de la opción de los efectos del carácter novedosos de la opción, y en los segundos no se ha especificado la relación existente entre la propensión inicial hacia la novedad y las tendencias de elección posteriores.

El segundo objetivo, que será abordado en la serie experimental B, abordará el estudio de estados inducidos sobre la conducta de elección en situaciones de riesgo en las que se ha introducido una alternativa novedosa. Específicamente, se trabajará tanto con inducción de estrés e intoxicación etílica como con privación de suelo. La literatura revisada señala que estos tres estados modificación la preferencia de los sujetos por alternativas con mayor riesgo. Sin embargo, no se ha abordado su estudio en una situación de sensibilidad al riesgo en la que se haya introducido una alternativa novedosa.

De este modo, los resultados obtenidos en la serie B serán contrastados con los de la serie A para poder aislar el efecto de inducción de estos estados sobre el comportamiento de los sujetos ante la novedad.

PROPUESTA EXPERIMENTAL

SUJETOS

Se utilizarán ratas (machos o hembras) experimentalmente ingenuas, de una edad aproximada de 3 meses al inicio del experimento. Las ratas serán privadas de alimento hasta alcanzar el 85% de su peso corporal bajo condiciones de libre alimentación. Se empleará amaranto como alimento.

APARATOS Y MATERIALES

Se utilizarán dos equipos o aparatos experimentales diferentes.

El primer aparato o equipo experimental, que tiene como objetivo la evaluación de la propensión a la novedad de los sujetos experimentales, estará conformada por

Cuatro cajas operantes marca MED, modelo ENV-007, cada una con un área de trabajo de 30 cm de largo x 25 cm de ancho y 21 centímetros de alto. Las cajas estarán conectadas mediante corredores de acrílico de modo que una (caja de inicio) tendrá entradas hacia las otras tres (opciones). El acceso a cada opción estará controlado por puertas en forma de guillotina. (Ver figura 1).

Las cajas no dispondrán de ningún manipulando instalado (i.e., palancas,...) y no se presentará ningún estímulo (i.e., visual, auditivo...). En los puntos de entrada y salida de los corredores se instalarán sensores infrarrojos, de tal manera que permitan medir el tiempo que los sujetos permanecen en cada de una de las cajas que conforman el aparato.

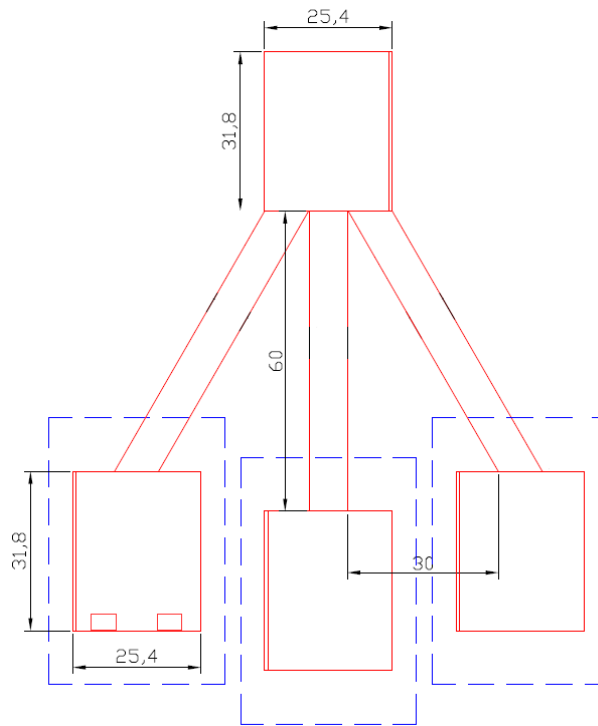


Figura 1.- Representación del instrumento a utilizar para la prueba de propensión a la novedad.

Para el estudio del efecto de introducción de una alternativa novedosa y de la inducción de estados se utilizará una única caja experimental, marca MED, modelo ENV-007, con un área de trabajo de 30 cm de largo x 25 cm de ancho y 21 centímetros de alto. Se introducirán los manipulandos necesarios para la creación de una situación de elección con dos o más alternativas, así como estímulos visuales que permitan la presentación de estimulación novedosa. En la descripción del procedimiento se describe el modo en el que esto se implementará en la caja.

Los aparatos que serán utilizados para la inducción de cada uno de los estados serán reportados con posterioridad en el momento en el que se describe la serie experimental B del proyecto.

PROCEDIMIENTO

Se describe a continuación los procedimientos generales que serán empleado para la evaluación de la propensión a la novedad, así como para los estudios de preferencia. Los detalles particulares de cada experimento serán detallados con posterioridad. Asimismo, se

señala el procedimiento específico que será utilizado para la inducción de los tres estados que serán considerados en el estudio.

EVALUACIÓN DE LA PROPENSIÓN A LA NOVEDAD

Con el objetivo de evaluar la propensión a la novedad de las ratas, se seguirá el procedimiento establecido por Zhu y cols. (2007), implementado sobre la preparación experimental descrita con anterioridad y conformada por cuatro cajas vinculadas entre sí mediante corredores.

Las ratas, en ausencia de privación alimentaria, serán expuestas a la caja de inicio durante 30 minutos en dos días consecutivos (sesiones de habituación). Las guillotinas que dan acceso a los corredores que conducen a las tres cajas restantes se encontrarán cerradas. Posteriormente, se realizará una última sesión de 15 minutos de duración en la que se abrirán las guillotinas, de tal modo que sea posible la exploración de la totalidad de la preparación. Para medir la propensión a la novedad, se cuantificará la proporción de tiempo invertido en la caja de inicio respecto a las otras tres cajas que conforman la preparación.

EVALUACIÓN DE LA PREFERENCIA

Los estudios de preferencia se realizarán en una única caja operante. En el panel lateral derecho se instalará el dispensador de amaranto, así como una palanca que dé inicio a la situación de elección. En el panel lateral izquierda se instalarán tantas palancas como alternativas de respuesta se utilicen en el estudio. Debajo de cada una de ellas, se instalará una serie de estímulos integrada por tres leds (verde, amarillo y rojo), cuyo patrón de activación identificará la familiaridad o novedad de la alternativa presentada. La alternativa familiar será identificada siempre mediante la activación de los tres leds de la serie. La alternativa novedosa se identificará mediante la activación de una de seis posibles combinaciones de colores programada aleatoriamente. Además, los leds activos de cada una de las combinaciones presentadas podrán o no parpadear. Véase Figura 2 para un ejemplo del modo en el que la novedad de la alternativa de respuesta será implementada en la preparación.

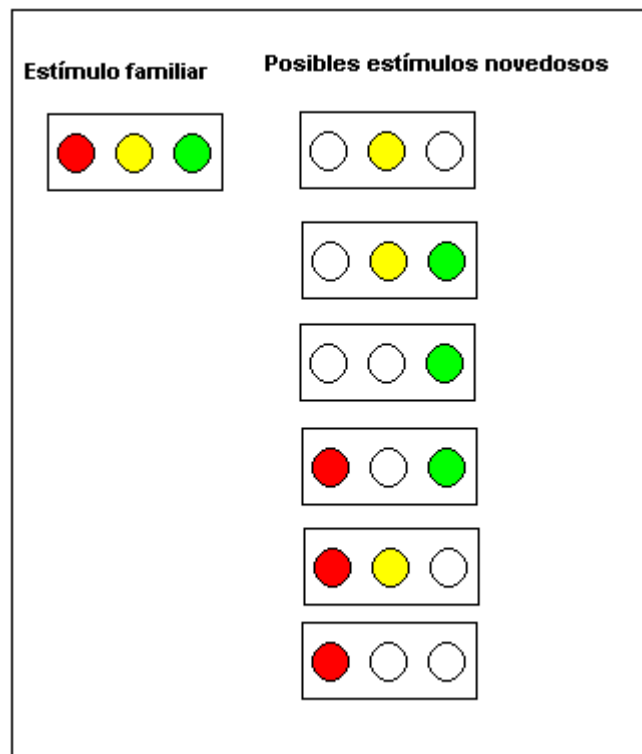


Figura 2.- Estímulo familiar y estímulos novedosos que se utilizarán

Debido a que el efecto de la novedad ha mostrado ser mayor cuanto más sean las propiedades del estímulo novedoso que se varían respecto al familiar (Cain, Green y Bardo., 2006), los estímulos utilizados para identificar la opción novedosa variarán en tres propiedades: el número de led encendidos, los colores de los leds activos y la posibilidad de que cada uno de ellos se active de manera fija o parpadeante.

Dado que la preferencia puede estar determinada tanto por la variabilidad en el resultado de las alternativas como por lo novedoso o familiar de las mismas, es necesario separar los posibles efectos que estos factores pudieran tener sobre la preferencia. Para ello se requiere establecer contextos de elección donde sea posible determinar cuál de estos factores, por sí solos o en combinación con otro, sea el que determina la preferencia. Por tanto, durante la sesión se presentarán 4 tipos posibles de ensayos:

1. **Familiar-Fijo (FF):** La alternativa se presentará simultáneamente a los tres leds de la serie asociada a esa palanca. El resultado que arroja la presión de la palanca es la entrega de una unidad de amaranto (conformada por 9 giros de la tobela) con una demora de 6 segundos.

2. **Familiar-Variable (FV):** La alternativa se presentará simultáneamente a los tres leds de la serie asociada a esa palanca. El resultado que arroja la presión de la palanca es la entrega de una unidad de amaranto (conformada por 9 giros de la tobela) con una demora equiprobable seleccionada aleatoriamente del siguiente conjunto de valores: 2, 4, 6, 8 y 10 segundos.
3. **Novedosa-Fijo (NF):** La alternativa se presentará simultáneamente a la activación de una de las 6 posibles combinaciones de los leds de la serie, de acuerdo a lo especificado en la Figura 2. El resultado que arroja la presión de la palanca es la entrega de una unidad de amaranto (conformada por 9 giros de la tobela) con una demora de 6 segundos.
4. **Novedosa-Variable (NV):** La alternativa se presentará simultáneamente a la activación de una de las 6 posibles combinaciones de los leds de la serie, de acuerdo a lo especificado en la Figura 2. El resultado que arroja la presión de la palanca es la entrega de una unidad de amaranto (conformada por 9 giros de la tobela) con una demora equiprobable seleccionada aleatoriamente del siguiente conjunto de valores: 2, 4, 6, 8 y 10 segundos.

Las sesiones experimentales estarán conformadas por bloques de ensayos de elección, constituidos por un ensayo de elección forzada y uno de elección libre. Para dar inicio a cada uno de los ensayos los sujetos deberán presionar la palanca localizada en el panel lateral derecho de la caja experimental. Como resultado de ello, se retraerá la palanca y se dará inicio al ensayo de elección: forzada o libre. Los ensayos de elección forzada serán siempre del tipo FF. Los ensayos de elección libre estarán conformados por una alternativa del tipo FF y otra de cualquiera de los cuatro tipos definidos de acuerdo al grupo experimental. Una vez presionada la palanca de una de las alternativas presentadas se retraerán ambas palancas y se entregará el amaranto (0.075 gr) en el dispensador. Se introducirá un intervalo entre ensayos de 90 segundos.

INDUCCIÓN DE ESTADOS EN EL SUJETOS

La literatura que muestra los efectos de diversos estados inducidos en procedimientos de elección es escasa, especialmente en el caso de estrés y privación de sueño. Tanto los métodos utilizados para inducir un mismo estado como sus efectos reportados son diversos.

Debido a éstas dos razones, la elección del método para inducir los estados estará basada en criterios puramente empíricos, esto es, se seleccionarán los métodos de inducción de estados que hayan reportado efectos conductuales de forma más consistente, aunque en ocasiones dichos efectos se hayan obtenido en conductas no relacionadas con patrones de elección.

ESTRÉS

El estrés presenta problemas en cuanto a su definición teórica y metodológica, así como su clasificación, ello tanto en animales como en humanos. Debido a eso, las formas de inducirlo son variadas hasta el punto que en ocasiones se ha cuestionado su validez ecológica. En el caso de las ratas los métodos van desde el aislamiento social, nado forzado, inestabilidad social, restricción por malla de alambre, defensa del territorio, subordinación crónica hasta estimulación aversiva por choques (Kolhaas, Boer y Buwalda; Wrigth y Conrad, 2005).

Para esta investigación se usará el método empleado en el trabajo de Jones, Yoon y Kim (2009) -descrito anteriormente-, dado que el procedimiento empleado tuvo efectos en un procedimiento de elección donde se variaba la probabilidad y la cantidad de reforzador asociado a las alternativas de respuesta. El procedimiento consiste en la administración de choques en 60 minutos de restricción de movimiento, mas 60 minutos de choques intermitentes en la cola un día antes de la fase experimental. Dado que no se dispone de los materiales para realizar una réplica exacta del procedimiento, se emplearán las improvisaciones necesarias para hacer el procedimiento lo más semejante al original.

INTOXICACIÓN ETÍLICA

La intoxicación etílica se ha inducido generalmente de dos modos diferentes: por inyección (Kaminski y Ator, 2001) o con alcohol diluido (Bell y cols. 2008; Oster y et al., 2006). Los efectos, como se ha descrito anteriormente, se obtienen generalmente con las dosis más altas. El procedimiento de bebida de alcohol diluido se ha utilizado para provocar efectos en la tasa de auto-administración operante de alcohol y en la ingesta de alcohol. Dado que el procedimiento de Kaminski y Ator (2001) es el que reporta efectos directamente relacionados con la sensibilidad al riesgo, ese será el procedimiento que se utilizará. De este modo, las ratas recibirán 15 minutos antes de la fase experimental una dosis de de etanol de 3 g./ kg. (la dosis con la que se encontraron efectos más evidentes) mediante una inyección intragástrica.

PRIVACIÓN DE SUEÑO

La fase del sueño cuya privación tiene efectos más directos sobre la conducta es la fase REM. Para la privación de sueño REM el método más utilizado (aunque con ligeras variaciones) ha sido el método de pedestal. Con este método se han encontrado efectos principalmente en procedimientos de evitación de operante libre (Harvey y et al., 2004; Kennedy y et al., 2000) y en la conducta sexual de ratas hembras (Andersen y et al., 2009). En la revisión realizada no se han encontrado estudios que analicen el efecto de la privación de sueño en ratas sobre sus tendencias de elección. Dado que el método de pedestal es el que ha mostrado más efectos, este será el método a emplear.

El procedimiento se desarrolla en una caja de confinamiento (cuyo tamaño puede ser variable) llena de agua, con plataformas circulares (2 a 8 plataformas por caja) de 6.5 cm. de diámetro elevados un centímetro por encima del nivel del agua. Con la disminución del tono muscular causada por el sueño REM, la rata cae al agua y despierta. Se han empleado periodos de privación de 24, 48 y 72 horas. Debido a que se desconoce si hay algún efecto diferencial en la sensibilidad al riesgo asociado a la magnitud de la privación, se empleará un grupo para cada periodo de privación.

SERIE EXPERIMENTAL A

El objetivo de esta serie es determinar el efecto de la introducción de una opción novedosa en un procedimiento típico de sensibilidad al riesgo, en un contexto de elección con un número creciente de alternativas.

Dado que la literatura sugiere que existen diferencias individuales en la tendencia a responder hacia estímulos novedosos, se requiere una forma de controlar y determinar si esas diferencias marcan algún sesgo en la preferencia. Esta serie experimental servirá también para esclarecer esa posible correlación. Para ello, las ratas serán previamente expuestas a una prueba de propensión a la novedad, que permita agruparlas en ratas con baja propensión a la novedad (grupo LR) y ratas con alta propensión a la novedad (grupo HR).

Conforme a lo anterior, se partirá de una preparación experimental simple en cuanto al número de alternativas, iniciándose con un procedimiento de solo dos alternativas (incluyendo

a la alternativa novedosa agregada) para posteriormente pasar a uno con tres alternativas. El estudio con dos alternativas será identificado como A1 y el de tres alternativas como A2.

Grupo	Sujetos (n)	Elección forzada	Elección libre
1			Familia-Fijo / Familiar-Fijo
2	4 ratas LR	Familiar- Fijo	Familia-Fijo / Familiar-Variable
3	4 ratas HR		Familia-Fijo / Novedosa-Fijo
4			Familia-Fijo / Novedosa-Variable
n=32			

Tabla 1. Diseño experimental estudio A1 (dos alternativas de respuesta)

El objetivo del experimento A2 será determinar el efecto de la introducción de una opción novedosa donde se varía su resultado y los estímulos discriminativos asociados a ella, en un contexto de tres alternativas.

El procedimiento será exactamente igual al del experimento A1, excepto que en este caso se empleará un número mayor de alternativas. De este modo, todos los grupos pasarán por dos ensayos de elección; primero una elección forzada hacia dos opciones familiares fijas (FF-FF), y un segundo ensayo entre las mismas dos opciones familiares fijas y una tercera dependiendo del tipo de condición asignada (FF-FF-xx). Los grupos quedarían del siguiente modo: grupo 1 (FF-FF-FF), grupo 2 (FF-FF-FV), grupo 3 (FF-FF-NF) y grupo 4 (FF-FF-NV).

Grupo	Sujetos (n)	Elección forzada	Elección libre
1		Familiar- Fijo	F-F / F-F / F-F
2	4 ratas LR		F-F / F-F / F-V
3	4 ratas HR	Familiar-Fijo	F-F / F-F / N-F
4			F-F / F-F / N-V
n=32			

Tabla 2. Diseño experimental estudio A2 (tres alternativas de respuesta)

La ampliación del estudio a tres alternativas marca una diferencia importante, ya que al presentar en el segundo ensayo dos opciones no exploradas (una fija y otra desconocida), se estaría induciendo metodológicamente a un dilema exploración/explotación, y al manipular las propiedades de la opción introducida (FF-FV-NF-NV) se presenta la posibilidad de separar los

efectos de la novedad, la variabilidad y lo fijo o familiar de las alternativas. Asimismo, este contexto de elección permitirá también determinar si las ratas siguen un “curso racional” de elección (por ejemplo, descartar alternativas).

Para determinar si es la novedad o la variabilidad lo que afecta las preferencias de elección se realizarán comparaciones entre todos los grupos, esperando encontrar variaciones en la preferencia dependientes del grupo. También se analizarán las preferencias como función de las partes iniciales o finales de las sesiones y como función de la cantidad de sesiones en conjunto. Asimismo, se analizará si la clasificación HR y LR predice algún sesgo en la preferencia o en la latencia de elección hacia ensayos libres o forzados.

SERIE EXPERIMENTAL B

Con el objetivo de evaluar la preferencia hacia alternativas que difieren en su variabilidad en función del estado del organismo, y que los cambios en los estados del organismo pueden afectar su propensión o aversión hacia opciones novedosas se desarrollará la serie B del proyecto.

Con estos objetivos, se utilizarán los diseños de las series experimentales A y B, pero induciendo tres diferentes estados han mostrado consistentemente efectos en la conducta: estrés, intoxicación etílica y privación de sueño. El objetivo general de estas manipulaciones es determinar si el efecto de la introducción de una opción novedosa aparece diferencialmente asociado a los diferentes estados inducidos.

Los diseños de las manipulaciones con estados inducidos serían los siguientes:

Experimento B1

Grupo	Sujetos (n)	Estado inducido	Elección forzada	Elección libre
1				Familia-Fijo / Familiar-Fijo
2	4 ratas LR	Estrés	Familiar- Fijo	Familia-Fijo / Familiar-Variable
3	4 ratas HR			Familia-Fijo / Novedosa-Fijo
4				Familia-Fijo / Novedosa-Variable
n=32				

Tabla 3. Diseño experimental estudio B1a (dos alternativas de respuesta)

Grupo	Sujetos (n)	Elección forzada	Elección forzada	Elección libre
1				F-F / F-F / F-F
2	4 ratas LR	Estrés	Familiar- Fijo	F-F / F-F / F-V
3	4 ratas HR		/	F-F / F-F / N-F
4			Familiar-Fijo	F-F / F-F / N-V
n=32				

Tabla 4. Diseño experimental estudio B1b (tres alternativas de respuesta)

Experimento B2

Grupo	Sujetos (n)	Estado inducido	Elección forzada	Elección libre
1				Familia-Fijo / Familiar-Fijo
2	4 ratas LR	Intoxicación etélica	Familiar- Fijo	Familia-Fijo / Familiar-Variable
3	4 ratas HR			Familia-Fijo / Novedosa-Fijo
4				Familia-Fijo / Novedosa-Variable
n=32				

Tabla 5. Diseño experimental estudio B2a (dos alternativas de respuesta)

Grupo	Sujetos (n)	Elección forzada	Elección forzada	Elección libre
1				F-F / F-F / F-F
2	4 ratas LR	Intoxicación etélica	Familiar- Fijo	F-F / F-F / F-V
3	4 ratas HR		/	F-F / F-F / N-F
4			Familiar-Fijo	F-F / F-F / N-V
n=32				

Tabla 6. Diseño experimental estudio B2b (tres alternativas de respuesta)

Experimento B3

En los experimentos B3a y B3b se utilizará un diseño intrasujeto, de tal modo que cada sujeto será expuesto a periodos de privación de sueño de 24, 48 y 72 horas. Para cada grupo, la mitad de los sujetos será expuesta a un tiempo de privación creciente, en tanto que la otra mitad será expuesta a un orden decreciente.

Grupo	Sujetos (n)	Estado inducido	Elección forzada	Elección libre
1				Familia-Fijo / Familiar-Fijo
2	4 ratas LR	Privación de sueño	Familiar- Fijo	Familia-Fijo / Familiar-Variable
3	4 ratas HR			Familia-Fijo / Novedosa-Fijo
4				Familia-Fijo / Novedosa-Variable
n=32				

Tabla 7. Diseño experimental estudio B3a (dos alternativas de respuesta)

Grupo	Sujetos (n)	Elección forzada	Elección forzada	Elección libre
1				F-F / F-F / F-F
2	4 ratas LR	Privación de sueño	Familiar- Fijo	F-F / F-F / F-V
3	4 ratas HR		/	F-F / F-F / N-F
4			Familiar-Fijo	F-F / F-F / N-V
n=32				

Tabla 8. Diseño experimental estudio B3b (tres alternativas de respuesta)

ESTUDIO PILOTO

OBJETIVO

El estudio piloto desarrollado tuvo dos objetivos fundamentales:

1. Validar un procedimiento que permitiera clasificar a una muestra de ratas en dos grupos: baja y alta propensión a la novedad.
2. Diseñar y contrastar una preparación experimental que permitiera el estudio de la introducción de una alternativa novedosa en una preparación típica de sensibilidad al riesgo.

MÉTODO

SUJETOS

Se emplearon 21 ratas wistar hembras experimentalmente ingenuas, de una edad aproximada de tres meses al inicio del experimento. Las ratas fueron alimentadas con amaranto desde el inicio de la privación y hasta la finalización del estudio. Se sometió a las ratas a un régimen de privación de alimento hasta alcanzar el 85% de su peso corporal bajo condiciones de libre alimentación.

INSTRUMENTOS

Para la prueba de novedad de elección libre se emplearon 4 cajas operantes ensambladas, tal como se muestra en la Figura 1. Para la fase de elección se utilizó una caja operante con leds como estímulos discriminativos para las opciones. Se estableció del lado derecho una palanca retráctil que inicia los ensayos de elección y del lado izquierdo dos palancas retráctiles con leds debajo de cada una de ellas.

Los leds fueron utilizados para manipular lo familiar o novedoso de cada una de las alternativas, tal como se muestra en la figura 2.

PROCEDIMIENTO

Las 21 ratas pasaron por la prueba de novedad de elección libre. Ocho fueron clasificadas como propensas a la novedad (HR) y ocho mostraron aversión a la novedad (LR), de tal modo que 16 de las 21 ratas fueron seleccionadas para participar en el estudio realizado

Las 16 ratas fueron privadas de alimento (amaranto) hasta alcanzar el 85% de su peso corporal bajo condiciones de libre ingesta. Posteriormente pasaron a un procedimiento de moldeamiento con presentaciones alternadas de la palanca. Al alcanzar tasas de respuesta estables se procedió con la fase experimental.

Durante la fase experimental las ratas fueron asignadas y distribuidas aleatoriamente a 4 grupos, tal como se muestra en la tabla 1:

Grupo	Sujetos (n)	Elección forzada	Elección libre
1			Familia-Fijo / Familiar-Fijo
2	2 ratas LR	Familiar- Fijo	Familia-Fijo / Familiar-Variable
3	2 ratas HR		Familia-Fijo / Novedosa-Fijo
4			Familia-Fijo / Novedosa-Variable
n=16			

Tabla 9.- Diseño experimental del estudio piloto

El experimento constó de cuatro grupos de 4 sujetos (2 HR y 2 LR) cada uno. Ambos grupos fueron expuestos a dos fases que difieren en los intervalos entre ensayos, la duración de la sesión y la forma de aleatorizar las opciones.

Fase 1

Todos los grupos en la fase uno fueron expuestos a 8 sesiones de elecciones de 30 minutos con intervalos entre ensayos de 90 segundos. Lo familiar o novedoso de las opciones estuvo determinado por el estímulo discriminativo asociado a ellas, tal como se muestra en la

figura dos. Lo novedoso del estímulo discriminativo asociado a la opción, viene dado por las diferentes combinaciones de luces, por el hecho de que están parpadeando y por que la opción novedosa solo está presente durante el segundo ensayo. Lo fijo o variable de las opciones viene dado por la demora de entrega de una cantidad de alimento que se mantendrá constante (.075 gr. de amaranto). Las opciones fijas entregan el reforzador siempre con una demora de 6 segundos y las opciones variables con una demora de 2, 4, 6, 8 y 10 segundos equiprobables, todas las entregas están señaladas por un sonido. La ubicación de las opciones (derecha o izquierda) siguió una presentación completamente aleatoria.

Lo familiar o novedoso y lo fijo o variable de las opciones fue manipulado en cada grupo tal como se describe a continuación.

El primer ensayo fue para todos los grupos una elección forzada hacia una opción familiar con resultado fijo (FF) y el segundo ensayo una elección libre entre dos opciones siendo una de ellas la opción del ensayo anterior y la otra dependiente de la condición asignada. En animal solo requiere dar una respuesta durante ambos tipos de ensayos. Por lo tanto, al presionar la palanca ésta se retrae, se entrega el reforzador con la demora correspondiente, se administra el intervalo y se pasa al siguiente ensayo, esto tanto para ensayos forzados como para ensayos de elección libre, siguiendo siempre el mismo orden de ensayos donde el ensayo forzado antecede al libre.

Para el primer grupo (FF-FF) la segunda opción fue exactamente igual a la de la elección forzada. Para el segundo grupo (FF-FV) la segunda opción introducida fue familiar en cuando al estímulo discriminativo y variable en cuanto al resultado. Para el grupo 3 la opción introducida fue novedosa (FF-NF) y fija en cuando al resultado. Para el cuarto grupo (FF-NV) la opción introducida fue novedosa en cuando al estímulo y variable en cuanto al resultado.

Fase 2

La fase dos del experimento fue exactamente igual a la primera, excepto que en este caso se emplearon sesiones de 20 minutos con intervalos entre ensayos de 30 segundos. Esto con intención de encontrar efectos en la preferencia aumentando el número de elecciones por sesión. La aleatorización de las opciones fue distinta, de modo que la opción introducida durante la elección libre apareció siempre en el mismo lugar donde apareció la opción del ensayo forzado, y la posición de la opción del ensayo forzado continuó con una lateralización completamente aleatoria.

Para determinar si es la novedad o la variabilidad lo que afecta las preferencias de elección se realizaron comparaciones entre todos los grupos entre sí, esperando encontrar variaciones en la preferencia dependientes del grupo y de la clasificación arrojada por la prueba de novedad (HR-LR). La latencia de elección hacia los ensayos de elección libre fue otra medida empleada.

RESULTADOS

La prueba de novedad se realizó conforme al procedimiento citado, con dos sesiones consecutivas de habituación y una sesión de exploración. Los resultados, mostrados en la Figura 3, indican diferencias en la cantidad de exploración. La polarización observada en los datos permitió clasificar a las ratas en LR y HR, sin necesidad de estimar sus proporciones relativas de exploración.

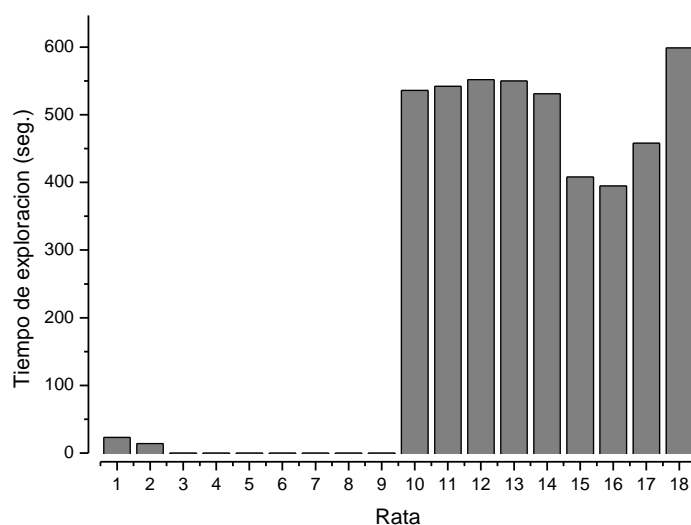


Figura 3.- Prueba de novedad de elección libre

Los datos de las fases experimentales muestran diferentes ejecuciones al pasar de la fase uno a la dos.

En ambas fases se presentó un sesgo hacia la palanca izquierda en todos los grupos y subgrupos (LR y HR). Este sesgo se presentó de forma más asimétrica entre subgrupos

durante la fase uno, observándose una mayor preferencia por la palanca izquierda en las ratas HR. Sin embargo, en la fase dos el sesgo se volvió más uniforme entre subgrupos, tal como se observa en las Figuras 4 y 5.

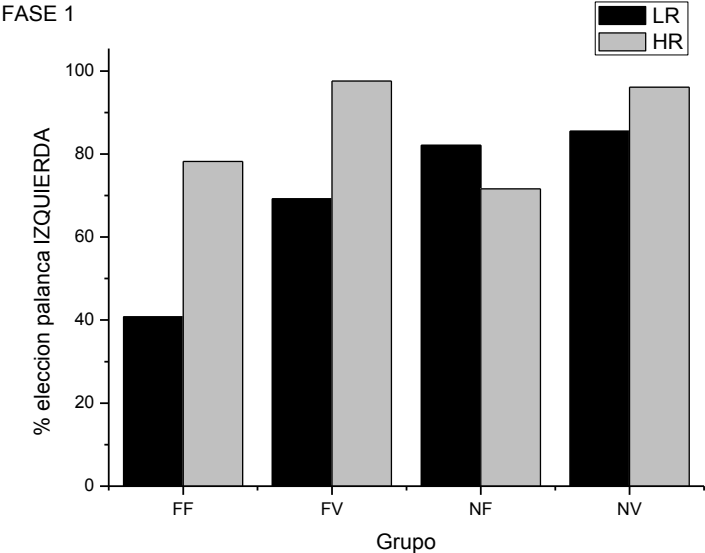


Figura 4.- Sesgo hacia la palanca izquierda durante la fase 1 en relación a los grupos

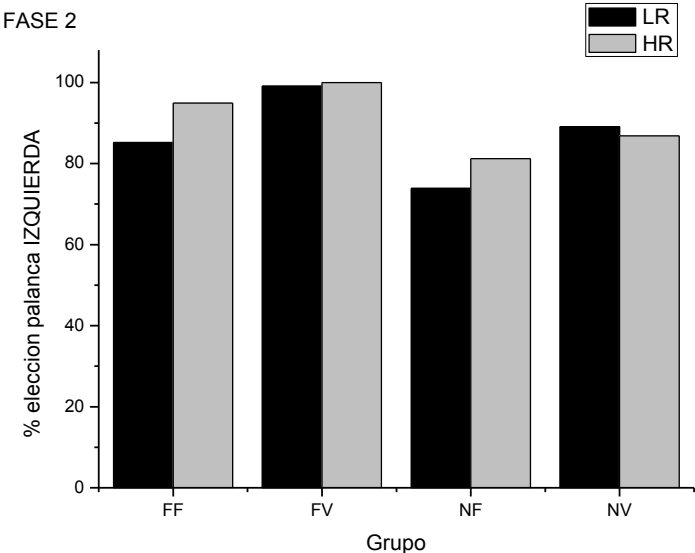


Figura 5.- Sesgo hacia la palanca izquierda durante la fase 2 en relación a los grupos

El sesgo observado determinó el tipo de análisis que se realizó para el estudio de la preferencia a partir de las elecciones observadas.

En virtud del sesgo observado se determinó no analizar la preferencia en término de la proporción relativa de elecciones de una alternativa particular. Se consideró más adecuado analizar las preferencias observadas en términos del alejamiento del valor 0.5, correspondiente al resultado esperado en caso de un completo sesgo por una de las palancas presentadas, en particular, por la posición en la que ésta aparece.

Por tanto la fase dos del experimento se tomó como un indicador marginalmente más sensible a las preferencias respecto a la fase uno, tanto por el modo de aleatorización de las opciones como por el efecto de "igualación" del sesgo entre subgrupos. Visto de este modo, los efectos en las preferencias atenuados por el sesgo, tuvieron que establecerse en tanto que desviaciones del 50% de elección hacia una alternativa dada.

A continuación se presentan las preferencias hacia la palanca diferente a la FF presentada durante los ensayos de elección libre para cada uno de los grupos. Las figuras han sido elaboradas considerándose las cinco últimas sesiones de cada una de las fases.

En relación al grupo FF-FF (véase Figura 6), se esperaba una distribución de respuestas igual para ambas opciones, dado que a ambas palancas se asoció el mismo estímulo discriminativo. De este modo, durante la fase uno se esperaba observar una distribución de respuestas para cada palanca cercana a 0.5. Durante la fase dos, en la que la opción introducida en los ensayos de elección libre se presentaba en la posición opuesta a aquella en la que se presentó la alternativa FF disponible en los ensayos de elección forzada, se esperaba que los resultados fueran en la misma dirección. Los datos observados, por el contrario, mostraron un claro sesgo hacia la palanca izquierda, especialmente en el subgrupo HR, tanto para la fase uno como la dos.

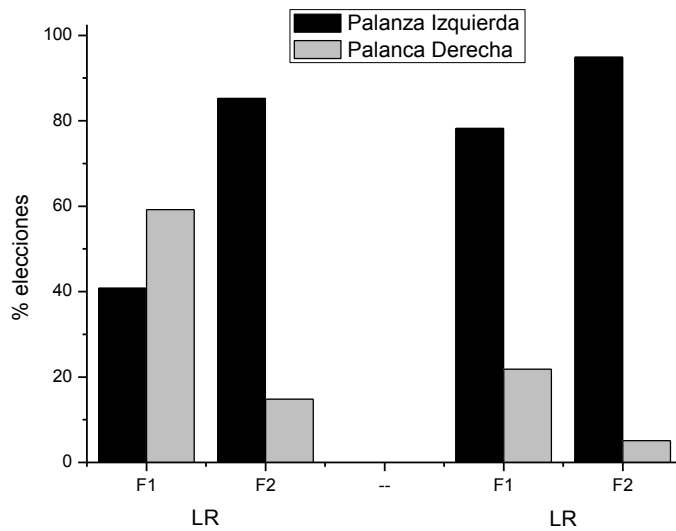


Figura 6.- Porcentaje de elecciones palancas izquierda y derecha en fases uno y dos para el grupo FF-FF.

En la Figura 7 se presentan los datos correspondientes al grupo FF-FV, ya no en términos de posición de la palanca sino de alternativa de respuesta: FF vs FV. Las ratas distribuyeron sus respuestas en ambas palancas, tal y como se esperaría que ocurriera dado el sesgo extremo hacia la palanca que aparece en la posición izquierda. Únicamente se observó una preferencia empíricamente significativa por la palanca FV en el grupo LR durante la fase uno.

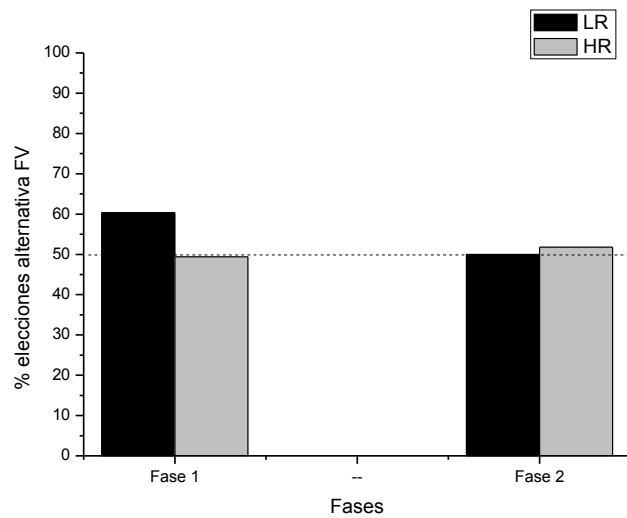


Figura 7.- Preferencias de elección para el grupo FF-FV diferenciando la ejecución de cada subgrupo.

Las preferencias empíricamente más significativas se encontraron durante la fase dos, específicamente para los grupos FF-NF y FF-NV (véase Figura 8). En estos grupos se introdujo la novedosidad en el estímulo discriminativo asociado a una de las palancas.

Los resultados muestran diferencias empíricamente significativas entre los subgrupos LR y HR. Las ratas con alta propensión a la novedad (HR), exceptuando las correspondientes al grupo FF-NF durante la fase uno, mostraron indiferencia hacia ambas alternativas de respuesta, independientemente del resultado fijo o variable que arrojaran las alternativas. Sin embargo, las ratas con baja propensión a la novedad, mostraron una preferencia empíricamente significativa hacia la alternativa FF, eligiendo la alternativa NF o NV, en función del grupo de pertenencia, en menor proporción que el valor de 0.5 esperado dado el sesgo hacia una de las palancas observado.

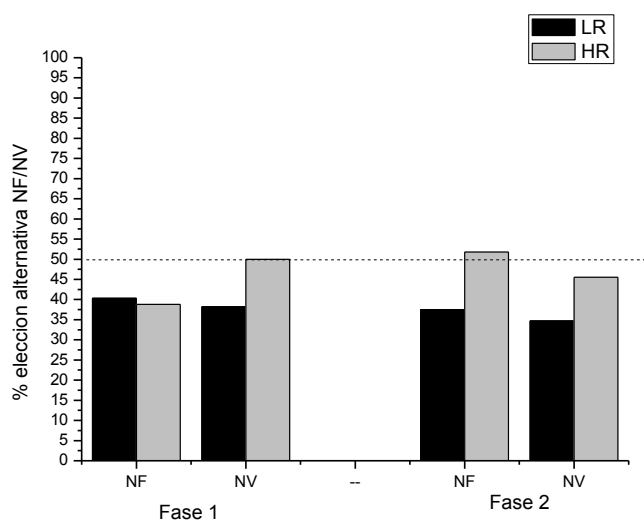


Figura 8.- Tendencias de elección de los grupos FF-NF y FF-NV diferenciando la ejecución de cada subgrupo.

Investigaciones anteriores han señalado que la latencia de respuesta en una situación de elección puede ser considerada una medida de la preferencia. Si bien esto se ha observado en situaciones donde todas las alternativas de respuesta son presentadas en ensayos de elección forzada, y es en este tipo de ensayos donde se observa el efecto señalado, se consideró oportuno en este estudio analizar las latencias de respuesta correspondientes a las dos alternativas presentadas en los ensayos de elección libre.

Como se observa en la Figura 9, en el grupo FF-FF, las ratas HR presentan menor latencia de respuesta para la palanca izquierda que para la derecha durante la fase uno. Las ratas LR muestran un patrón inverso. Durante la fase dos, tanto las ratas LR como las HR muestran latencias de respuesta ligeramente menores para la palanca izquierda que para la derecha.

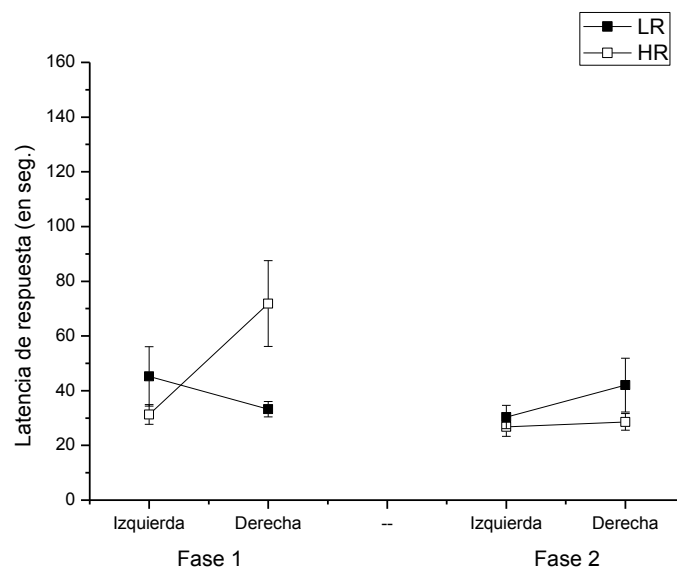


Figura 9.- Latencia de elección en el grupo 1 según la posición de la alternativa

Finalmente, en la Figura 10 se grafican las latencias de respuesta correspondiente a las alternativas FV, NF y NV. En general, no se observan diferencias ni entre fases ni entre subgrupos. Únicamente las ratas HR del grupo FF-NF muestran latencias claramente diferenciadas entre las fases uno y dos para la alternativa NF. Asimismo, se observan latencias mayores para este grupo en todas las condiciones que para los otros dos grupos graficados.

Si se comparan los resultados graficados en las Figuras 9 y 10 se observan latencias mayores para los grupos expuestos a dos alternativas con resultado fijo que para los expuestos a una alternativa con resultado fijo y a otra con resultado variable.

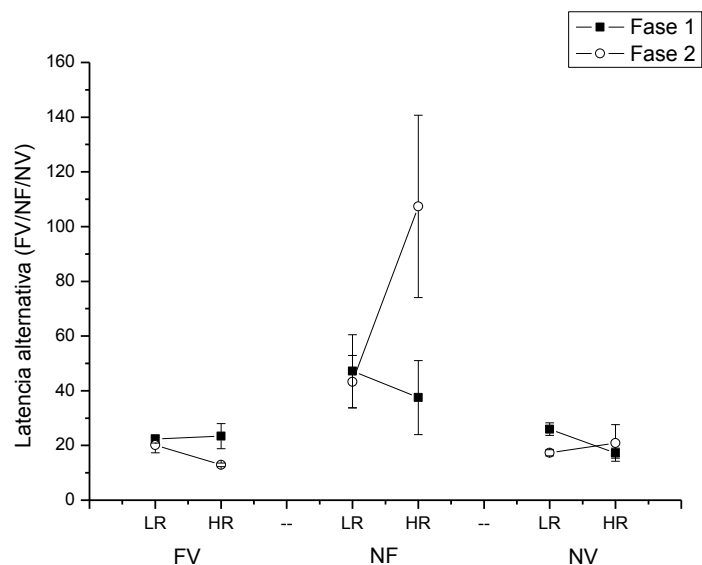


Figura 10.- Latencias de elección hacia la opción introducida en los grupos FF-FV, FF-NF y FF-NV

DISCUSIÓN

Los resultados de la prueba de novedad de elección libre, muestran que la propensión a la novedad es un rasgo marcadamente dicotómico entre las ratas, de modo que algunas exploran alrededor de la mitad de la sesión, mientras que otras exploran algunos pocos segundos y otras nada. Este efecto demuestra que la adaptación del instrumento respecto al procedimiento original (Zhu y et al., 2007) es sensible a lo que se pretende medir.

En cuanto a los datos arrojados por la fase experimental, es necesario precisar el problema que afecta la interpretación de los resultados, esto es, el sesgo hacia la palanca izquierda. Dicho sesgo, dificulta el establecimiento de efectos consistentes en términos absolutos. En el caso específico de la fase uno, el sesgo es marcadamente asimétrico tanto entre grupos como entre subgrupos. Una de las pretensiones de la fase dos fue precisamente eliminar o disminuir ese sesgo al modificar la forma de aleatorizar las palancas. Esto se cumplió por lo menos marginalmente al hacer equiparable el sesgo entre subgrupos.

El sesgo plantea la posibilidad de que la discriminación de las opciones presentada sea pobre o nula. Sin embargo, siendo de ese modo, se esperaría que distribuyeran sus respuestas de forma muy cercana al 50% hacia dos opciones que proporcionan el mismo promedio de reforzamiento (sin importar el subgrupo). Los resultados muestran desviaciones empíricamente significativas respecto a esta proporción esperada. Suponiendo que los estímulos

discriminativos empleados estén determinando el sesgo encontrado, deberá replantearse entonces el tipo de estímulos a utilizar y/o el modo de aleatorización de las opciones.

Considerando lo anterior, es posible notar que la fase dos, debido al número de ensayos y a la forma de aleatorizar las palancas, es la que presenta mayor sensibilidad a las tendencias de elección aún con la presencia del sesgo. Tomando en cuenta esto, se asume entonces que el efecto en las tendencias de elección se mostrará con cualquier desviación notable respecto al 50%.

El efecto de la introducción de la nueva opción en los ensayos de elección libre puede entenderse en términos de la variabilidad, la familiaridad, la novedad y sus posibles combinaciones.

Referente a la variabilidad en ausencia de novedad, los hallazgos en sensibilidad al riesgo sugerirían un cambio hacia la opción variable debido a las condiciones de privación.

Durante la fase uno es posible notar una ligera preferencia hacia FV en el subgrupo LR, pero en la fase dos las tendencias de elección para ambos subgrupos son casi del 50% para ambas opciones. Una posible explicación para este efecto se encuentra en el grado en la discriminación de las opciones. Si los estímulos discriminativos para ambas opciones son iguales y ambas opciones cambian de lugar aleatoriamente, es posible que bajo esta configuración sea más difícil discriminar para las ratas cuál es la opción fija y cuál es la variable, aún cuando en la fase dos para cada bloque de ensayos (elección forzada + elección libre) el lugar en el que se presenta la alternativa FF es el mismo en el ensayo de elección forzado que en el de elección libre.

Otra posibilidad es que el grado de privación no haya sido suficiente para generar una propensión al riesgo. Por ejemplo, Zabludoff, Wecker y Caraco (1988) obtuvieron el efecto esperado de propensión al riesgo con ratas, al emplear un procedimiento donde se manipuló la demora de entrega del alimento. El efecto se encontró al pasar de 85% a 75% bajo condiciones de libre ingesta. En otro trabajo con ratas García-Leal, Saldivar y Lemus (2008) encontraron el efecto de propensión al riesgo con niveles de privación incluso ligeramente debajo del 75%.

Este efecto diferencial en el grado de privación en ratas puede ser debido al tamaño corporal y al metabolismo de los mamíferos (Brito e Abreu y Kacelnik, 1999). De hecho, de acuerdo con Brito e Abreu y Kacelnik (1999) "Puede ser que el tamaño de los sujetos sea crucial: quizás los animales más pequeños cambian su tendencia al riesgo, mientras que especies de mayor tamaño presentan aversión al riesgo de manera persistente debido a que tiene mayor capacidad para regular fluctuaciones a corto plazo en la ingesta" (p. 339).

Esta es una de las razones por las que muchos estudios en sensibilidad al riesgo se realizan con pichones.

Otra posible explicación de por qué no se ha observado preferencia por la alternativa FV es el número de ensayos de elección libre empleados en este procedimiento (aproximadamente 100 por rata). Usualmente con pichones se emplean entre 200 y 300 ensayos por día para lograr una preferencia marcada (Brito e Abreu y Kacelnik, 1999). Con ratas Ito, Takatsuru y Saeki emplearon 15 sesiones cuyo criterio de finalización era la obtención de 100 reforzadores (aproximadamente 30 ensayos por sesión). Zabludoff, Wecker y Caraco (1988) emplearon 7 sesiones con 50 elecciones libres cada una.

En relación a la variabilidad en combinación con la novedad, los datos no muestran un efecto en la preferencia en términos absolutos. Solo observando al subgrupo HR en comparación con el subgrupo LR, se observa en el primero una preferencia hacia la opción novedosa variable en ambas fases. Esta tendencia es interpretada en términos de indiferencia hacia ambas opciones (50% de preferencia hacia cada una). Tomando como referencia la ejecución de las ratas LR hacia la opción novedosa variable, los resultados obtenidos pueden interpretarse en términos de una tendencia "impulsiva" de elección de las ratas HR, tal que la novedad y la variabilidad son igualmente aceptadas.

En relación a la novedad en ausencia de variabilidad (NF), se observa de nuevo una ligera preferencia en el subgrupo HR respecto al LR. Esa tendencia es más notable durante la fase dos, tal como se muestra en la Figura 5.

La novedad combinada con variabilidad tal como se había mencionado, presenta esa misma tendencia, donde las ratas LR se comportan como si evitaran elegir la opción novedosa variable y buscaran la opción familiar, tendencia que se muestra más clara en la fase dos.

Las latencias de respuesta correspondientes a las alternativas presentadas no parecen guardar relación con el grupo o subgrupo utilizado. En general se mantienen estables en las diferentes condiciones, excepto en el caso del grupo uno y la fase uno, donde las ratas HR presentan una latencia de respuesta marcadamente menor hacia la palanca izquierda y una mayor latencia hacia la derecha. Las ratas LR presentan una tendencia inversa a esta. Otra excepción se encuentra en el grupo NF donde las ratas HR presentan una latencia mucho mayor al elegir la opción novedosa fija en comparación con las ratas LR.

Como se reportó en los resultados, el único dato empíricamente significativo observado se muestra en las mayores latencias observadas para las alternativas con resultados fijos que con resultados variables. Hasta ahora no se dispone de evidencia empírica que pueda explicar la causa de esas tendencias y, en esta medida, se requiere un análisis detallado de la posible

relación entre la propensión a la novedad, la lateralidad de las elecciones y la latencia de respuesta hacia opciones novedosas con resultado fijo.

En conjunto los datos muestran que al margen del sesgo inicial, sí existe un efecto de la introducción de una opción novedosa en una situación de elección. Dicho efecto guarda relación con la propensión inicial a la novedad en ratas, medida por la prueba de elección libre. Para encontrar un efecto más claro de la introducción de opciones novedosas probablemente será necesario introducir algunas modificaciones al procedimiento inicial.

El sesgo hacia la izquierda es uno de las principales dificultades a resolver. El sesgo observado puede estar relacionado con la discriminación de las opciones familiares con resultado fijo y con el hecho de que la palanca que inicia los ensayos de elección se encuentra también a la izquierda de la caja. Para resolver esto, una posibilidad sería mover la palanca que inicia los ensayos de elección hacia el centro, y usar otros estímulos discriminativos que sean familiares pero diferentes, de tal modo que puedan señalar las opciones con resultados fijos y variables. Para lograr esto se requerirían sesiones de ensayos forzados previas a sesiones de ensayos libres en los que se introdujeran algunos ensayos forzados. Respecto a los estímulos, los leds pueden configurarse para señalar diferentes tipos de demoras, aunque no se descarta la posibilidad de usar otros estímulos discriminativos.

El número de ensayos de elección libre y los intervalos entre ensayos utilizados son otros aspectos a tratar. Como se había sugerido, 100 ensayos de elección libre podrían resultar insuficientes en comparación con lo que habitualmente se utiliza en ratas y pichones.

Por otro lado, el uso de ensayos forzados y libres entremezclados con la misma probabilidad, pudo haber atenuado el efecto de la novedad al causar habituación hacia ella. Para resolver esto podrían utilizarse los bloques de ensayos forzados mencionados anteriormente, y durante la fase experimental usar pocos ensayos de elección forzada seguidos de más ensayos de elección libre donde se introduzca una nueva opción que difiera significativamente de las opciones previamente aprendidas. De hecho Zabudoff, Wecker y Caraco (1988) utilizaron durante la fase de elección, ensayos forzados con una proporción de 1/3 y ensayos de elección libre con una proporción de 2/3.

El uso de intervalos entre ensayos de 30 y 90 segundos también requiere ser analizado, ya que el efecto de propensión al riesgo en ratas manipulando la demora de entrega del alimento ha sido encontrado con intervalo de 5 segundos.

Las demoras son también otro aspecto a considerar, ya que el uso de valores de 2, 4, 6, 8 y 10 segundos, utilizados en este estudio, pudo no marcar diferencias significativas en la

preferencia de las ratas. Demoras más prolongadas (5, 10, 25 y 50 segundos) han mostrado efectos más significativos en las tendencias de elección (Zabludoff, Wecker y Caraco, 1988).

Considerando los posibles efectos del nivel de privación sobre la preferencia por la alternativa variable, posiblemente será necesario introducir un grupo control con un nivel de privación menor (90% de su peso corporal bajo condiciones de libre ingesta).

REFERENCIAS

- Brito e Abreu, F. & Kacelnik, A. (1999). Energy budgets and risk-sensitive foraging in starlings. *Behavioral Ecology*. 10, 338-350.
- Albert, I. Cicala, G. A. & Siegel, J. (1970). The behavioral effects of REM sleep deprivation in rats. *Psychophysiology*. 6, 550-560.
- Anderson, M. J. Jablonski, S. A. & Klimas, D. B. (2008). Spaced initial stimulus familiarization enhances novelty preference in Long-Evans rats. *Behavioral Processes*. 78, 481-486.
- Anderson, M. L. Alvarenga, T. Guindalini, C. Perry, J.C. Silva, A. Zager, A. & Tufik, S. (2009). Paradoxical sleep deprivation influences sexual behavior in female rats. *J Sex Med*. 6, 2162-2172.
- Bateson, M. (2002a). Recent advances in our understanding of risk-sensitive foraging preferences. *Proceedings of the Nutrition society*. 60, 509-516.
- Bateson, M. (2002b). Context-dependent foraging choices in risk sensitive starlings. *Animal Behavior*. 64, 251-260.
- Bateson, M. & Kacelnik, A. (1996). Rate currencies and the foraging staling: the fallacy of the averages revisited. *Behavioral Ecology*. 7, 341-352.
- Bell, R. L. Rodd, Z. A. Schultz, J. A. Peper, C. L. Lumeng, L. Murphy, J. M. & McBride, W. J. (2008). Effects of short deprivation and re-exposure intervals on the ethanol drinking behavior of selectively bred high alcohol-consuming rats. *Alcohol*. 42, 407-416.
- Berlyne, D. E. (1955). The arousal and satiation of perceptual curiosity in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*. 48, 238-246.
- Bickel, W. K. Giordano, L. A. & Badger, G. J. (2004). Risk-sensitive foraging theory elucidates risky choices made by heroin addicts. *Addiction*. 99, 85-861.
- Cain, M. E. Green, T. A. & Bardo, M. T. (2006). Environmental enrichment decreases responding for visual novelty. *Behavioral Processes*. 73, 360-366.

- Cain, M. E. Smith, C. M. & Bardo, M. T. (2004). The effect of novelty on amphetamine self-administration in rats classified as high and low responders. *Psychopharmacology*. 176, 129-138.
- Caraco, T. Martindale, S. & Whittman, T. S. (1980). An empirical demonstration of risk-sensitive foraging preferences. *Animal Behavior*. 28, 820-830.
- Catania, A. C. (1975). Freedom and knowledge: an experimental analysis of preference in pigeons. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*. 24, 89-106
- Daw, N.D. O'Doherty, J. P. Dayan, P. Seymour, B. & Dolan, R. J. (2006). Cortical substrates for exploratory decisions in humans. *Nature*. 441, 876-879.
- Douglas, R. J. (1966). Cues for spontaneous alternation. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*. 62, 171-183.
- Fantino, E. (1991). Behavioral ecology. En Iver H. I. y Kennon A. L. (Eds) *Experimental Analysis of behavior*. Part 2. Amsterdam USA. Elsevier Science Publishers.
- Fromme, K. Katz, E. & D'Amico, E. (1997). Effects of alcohol intoxication on the perceived consequences of risk taking. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*. 5, 14-23.
- García-Leal, O. Saldivar, G. & Lemus, C. A. (2008). Efecto de la disponibilidad de recursos energéticos en la sensibilidad al riesgo en ratas (*Rattus norvegicus*). *Acta Comportamentalia*, 16(1), 25-40.
- Hamm, S. L. & Shettleworth, S. J. (1987). Risk aversion in pigeons. *Journal of Experimental Psychology; Animal Behavior Processes*. 13 (4), 376-383.
- Harvey, M. T. Smith, R. L. May, M. E. Caruso, M. Roberts, C. Patterson, T. G. Valdovinos, M. & Kennedy, C. H. (2004). Possible role for the 5-HT_{1A} receptor in the behavioral effects of REM sleep deprivation on free-operant avoidance responding in rat. *Psychopharmacology*. 176(2), 123-128
- Hayes, S. C. Kapust, J. Leonard, S. R. & Rosenfarb I. (1981). Escape from freedom: choosing not to choose in pigeons. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*. 36, 1-7.
- Herrnstein, R. J. (1970). On the law of effect. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*. 13, 243-266.

- Houtson, A. I. (1987). The control of foraging decisions. En: L.C. Michael , A. Kacelnik & S.J. Shettleworth (Eds.), *Quantitative Analyses of Behavior* (volume VI). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Hurly, T. A. & Oseen, M. D. (1999). Context-dependent, risk-sensitive foraging preferences in wild rufous hummingbirds. *Animal behavior*. 58, 59-66.
- Hutchinson, J.M.C. (2005). Is more choice always desirable? Evidence and arguments from leks, food selection, and environmental enrichment. *Biol Rev Camb Philos Soc.*, 80, 73-92
- Island, H. K. Szalda-Petree, A. D. & Kucera, S. C. (2007). Sex differences in risk sensitivity under positive and negative Budgets and predictors of choice. *The Journal of General Psychology*. 143, 435-452.
- Ito, M. Takatsuru, S. & Saeki, D. (2000). Choice between constant and variable alternatives by rats: Effects of different reinforcer amounts and amounts and energy budgets. *Journal of Experimental Analysis of behavior*. 70, 79-92.
- Jones, L. K. Yoon, T. & Kim J. (2009). Stress impairs decision-making in rats. *Nature Precedings*. Hdl:10101/npre.2009.2923.1
- Kabbaj, M. Devine, D. P. Savage, V. R. & Akil, H. (2000). Neurobiological correlates of individual differences in novelty seeking behavior in the rat: Differential expression of stress-related molecules. *The Journal of Neuroscience*. 20, 6983-6988.
- Kaminski, B. J. & Ator N. A. (2001). Behavioral and pharmacological variables affecting risky choice in rats. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*. 75, 275-297.
- Kagel, J. H. MacDonald, D. N. Battalio, R. C. & White, S. (1986). Risk aversion in rats (*Rattus norvegicus*) under varying levels of resource availability. *Journal of Comparative Psychology*. 100 (2), 95-100.
- Kennedy, C. H. Meyer, K. A. Werts, M. G. & Cushing, L. S. (2000). Effects of sleep deprivation on free-operant avoidance. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*. 73, 333-345.
- Kolhaas, J. M. De Boer, S. T. & Buwalda B. (2005) Stress. En; I. Q. Wishaw & B. Kolb (Eds.). *The behavior of the laboratory rat*. Oxford New York. Oxford University Press.
- Lane, S. D. & Cherek, D. R. (2002). Marijuana effects on sensitivity to reinforcement in humans. *Neuropsychopharmacology*. 26, 520-529

- Lane, S. D. Cherek, D. R. & Nouvion, S. O. (2008). Modulation of human risky decision making by flunitrazepam. *Psychopharmacology*. 196, 177-188
- Lane, S. D. Cherek, D. R. Pietras, C. J. & Tcheremissine, O. V. (2004). Alcohol effects on human risk taking. *Psychopharmacology*. 172, 68-77.
- Lane, S. D. Yechiam, E. & Busemeyer, J. R. (2006). Application of a computational decision model to examine acute drug effects on human risk taking. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*. 2, 254-264.
- Locey, M. L. Hackenberg, T. D. & Pietras, C. J. (2009). Human risky choice: delay sensitivity depends on reinforcer type. *Journal of Experimental Psychology*. 35, 15-22
- McCoy, A. N. & Platt, M. L. (2005). Risk-sensitive neurons in macaque posterior cingulate cortex. *Nature Neuroscience*. 8, 1220-1227.
- Montgomery, K. C. (1950). The relation between exploratory behavior and spontaneous alternation in the white rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*. 44, 582-589.
- Montgomery, K. C. (1952). Exploratory behavior and its relation to spontaneous alternation in a series of maze exposures. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*. 45, 50-57.
- Moustgaard, A. & Hau, J. (2009). Induction of habits in rats by a forced-choice procedure in T-maze and the effect of pre-test free exploration. *Behavioral Processes*. 82, 104-107.
- Oster, S. M. Toalston, J. R. Kuc, K. A. Pommer, T. J. Murphy, J. M. Lumeng, L. Bell, R. L., McBride, W. J. & Rodd, Z. A. (2006) Effects of multiple alcohol deprivations on operant ethanol self-administration by high-alcohol-drinking replicate rat lines. *Alcohol*. 38, 155-164.
- Perez, S. M. & Waddington, K. D. (1996). Carpenter bee (*Xylocopa micans*) risk indifference and review of nectivore risk-sensitivity studies. *American Zoologist*. 36, 435-446
- Pietras, C. J. & Hackenberg, T. D (2001). Risk-sensitive choice in humans as function of an earnings budget. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 76, 1-19.
- Porcelli, A. J. & Delgado, M. R. (2009). Acute stress modulates risk taking in financial decision making. *Psychological Science*. 20 (3). 278-283.

- Roehrs, T. Greenwald, M. & Roth, T. (2004). Risk taking behavior: Effects of ethanol, caffeine, and basal Sleepiness. *Sleep*. 27, 887-893
- Schuck-Paim, C. Pompillo, L. & Kacelnik A. (2004). State-dependent decisions cause apparent violations of rationality in animal choice. *PLoS Biology*. 2305-2315.
- Schuck-Paim, C. & Kacelnik, A. (2007). Choice processes in multialternative decision making. *Behavioral Ecology*. doi:10.1093/beheco/arm005
- Shettleworth, S. J. (1998). Cognition, Evolution, and Behavior. Foraging and measuring rate Cap 9. New York. Oxford University Press.
- Stansfield, K. H. y Kirstein C. L. (2005). Effects of novelty on behavior in the adolescent and adult rat. *Wiley InterScience*. DOI 10.1002/dev.20127.
- Stephens, D. W. (1981). The logic of risk-sensitive foraging preferences. *Animal behavior*. 29, 628-629.
- Stephens, D. W. & Krebs, J. R. (1986). Foraging theory. New Jersey. Princeton University Press.
- Stephens, D. W. & Paton, S. R. (1986). How constant is the constant of risk-aversión?. *Animal Behavior*. 34, 1659-1667.
- Tversky, A. (1969). Intransitivity of preferences. *Psychological Review*. 16, 31-48.
- Tversky, A. & Simonson I. (1993). Context-dependent preferences. *Management Science*. 39, 1179-1189.
- Wedell, D. H. (1991). Distinguishing among models of contextually induced preference reversals. *Journal of Experimental Psychology*. 17, 767-778.
- Wright, R. L. & Conrad, C. D. (2005). Chronic stress leaves novelty-seeking behavior intact while impairing spatial recognition memory in the Y-maze. *Stress*. 8, 151-154.
- Witt, U. (2009). Propositions about novelty. *Journal of Economic Behavior & organization*. 70, 311-320.
- Wittman, B. C. Daw, N. D. Seymour, B. & Dolan, R. J. (2008). Striatal activity underlines novelty-based choice in humans. *Neuron*. 58, 967-973.

- Wooters, T. E. Dwoskin, L. P. & Bardo, M. T. (2006). Age and sex differences in the locomotor effect of repeated methylphenidate in rats classified as high or low novelty responders. *Psychopharmacology*. 188, 18-27.
- Zabludoff, S. D. Wecker, J. & Caraco T. (1988) Foraging choice in laboratory rats: constant versus variable delay. *Behavioral Processes*. 16, 95-110.
- Zheng, X. G. Tan, B. P. Luo, X. J. Xu, W. Yang, X. Y. & Sui, N. (2003). Novelty-seeking behavior and stress-induced locomotion in rats of juvenile period differentially related to morphine place conditioning in their adulthood. *Behavioral Processes*. 65, 15-23.
- Zhu, J. Bardo, M. T. Bruntz, R. C. Stairs, D. J. & Dwoskin, L. P. (2007) Individual differences in response to novelty predict prefrontal cortex dopamine transporter function and cell surface expression. *European Journal of Neuroscience*. 26, 717-728.