



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

EVALUACION DE TOMA DE DECISIONES EN PALOMAS USANDO
LA PRUEBA *IOWA GAMBLING TASK*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA

Presenta:

José Alfredo Zarco Morales

Director: Dr. Oscar Vladimir Orduña Trujillo

Revisor: Dr. Arturo Bouzas Riaño

Comité:

DR. Ángel Eugenio Tovar Y Romo

DR. Luis Rodolfo Bernal Gamboa

D. en C. Isaac González Santoyo



Ciudad Universitaria, CD. MX.

Abril, 2021.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El presente trabajo se realizó con el apoyo de los proyectos CONACYT 281548 y PAPIIT-DGAPA IN306818.

A mi mamá Irma y a mi abuela Lichita, quienes me han dado lo más valioso que tengo y de quienes he aprendido lo más importante en la vida.

Agradecimientos

Afortunadamente tuve la suerte de nacer en una familia grande y unida, de ahí que me resulte difícil nombrar cada uno. Por ello, de manera general, quiero agradecer a mi familia por estar siempre conmigo y ser mi apoyo incondicional en todo momento. No tengo palabras para expresar lo mucho que les agradezco y quiero.

De manera similar, tuve la suerte de compartir momentos valiosos con muchas personas a lo largo de mi carrera, por lo que agradezco a mis amigos de universidad por esas incontables horas de charla y buenos momentos. Principalmente, quiero agradecer a los vagos de **Joey, Lorenzo y Andrés**, con quienes tuve la oportunidad de agotar los temas que siempre fueron de mi interés. Ciertamente, ello fue una parte esencial en mi formación. Agradezco a **Sonia, Isaac y Wendy** por su amistad, por haber sido un excelente equipo de trabajo y por haber hecho de mi primer acercamiento a la investigación una gran experiencia.

Agradezco al **Dr. Vladimir Orduña** por sus excelentes clases, las cuales despertaron y reafirmaron mi interés en el área de análisis experimental del comportamiento. Le agradezco por permitirme ser parte del laboratorio 101, por su asesoramiento, comprensión y apoyo. Agradezco a mis compañeros de laboratorio **Maldonado, Rodriuguín, Axel, Julio, Gabi y Fernanda** por su amistad y por contribuir a formar un ambiente agradable de cooperación y risas. A la tía **Esmeralda** por sus ricos platillos y con quien, a pesar de haber estado una breve estancia, hice buena amistad. A **Lily y Marielena**, quienes también estuvieron poco tiempo, pero su amistad perdura. A **Alma**, quien a pesar de haberse retirado del laboratorio antes de que yo ingresara, sigue siendo parte importante del mismo.

Quiero hacer un agradecimiento especial a **William Rodríguez**. Will, nunca imaginé que a pesar de nuestras características un tanto hurañas, nos llevaríamos tan bien. Gracias por tu amistad, por esas clases introductorias de programación, por tu asesoramiento para la elaboración de esta tesis y por todo tu apoyo en general. También de manera especial quiero agradecer al ya Doctor, **Rodrigo alba**, por ser un gran amigo y compañero de laboratorio. Gracias, bro, por los consejos, por todo tu apoyo y por tener siempre la buena disposición para ayudar.

Agradezco al **Dr. Arturo Bouzas** por aceptar ser mi revisor y por su retroalimentación; al **Dr. Isaac González** por sus buenas clases y por sus comentarios al presente trabajo; al **Dr. Ángel Tovar** y al **Dr. Rodolfo Bernal** por aceptar ser parte de mi sínodo, por sus comentarios y sugerencias. También quiero agradecer al ingeniero **Fernando Salinas** por su ayuda en la construcción de las cajas experimentales.

Índice

Resumen	1
Introducción	2
Procedimientos que Evalúan Juego Patológico y Rasgos Relacionados.....	5
<i>Iowa Gambling Task</i> : Desarrollo, Supuestos e Implicaciones.....	14
Generalidad de <i>Iowa Gambling Task</i>	17
Modelos Roedores de <i>Iowa Gambling Task</i>	18
Generalidad de <i>Rat Gambling Task</i>	24
Planteamiento del Problema y Justificación	25
Método	26
Sujetos	26
Aparatos.....	26
Procedimiento	27
Pre-entrenamiento	28
Resultados.....	35
Discusión	41
Referencias	49

Resumen

El juego patológico es un patrón de comportamiento maladaptativo que persiste a pesar de las consecuencias negativas que conlleva. Debido a sus implicaciones sociales, de salud y afectivas, resulta importante el estudio y comprensión de los mecanismos que le subyacen. *Iowa gambling task* es la tarea más usada para evaluar el proceso de toma de decisiones en un ambiente clínico. Hasta ahora se han desarrollado diversos procedimientos y modelos animales de conducta tipo juego patológico, principalmente en roedores, los cuales han aportado información valiosa en cuanto a los factores que influyen en la deficiente toma de decisiones. Por otro lado, procedimientos como el de elección subóptima han logrado modelar diferentes aspectos de conducta tipo juego patológico principalmente en palomas, y en este procedimiento se ha propuesto a las palomas como un modelo animal de gambling en humanos. Sin embargo, hasta la fecha no hay un estudio que evalúe palomas en *Iowa gambling task*. Por ello, el presente trabajo tuvo como propósito complementar esta investigación con un análisis de la ejecución de palomas en esta tarea, cuyas alternativas de elección difieren en magnitudes y probabilidades de reforzamiento, así como duración de castigos o tiempos fuera. Se encontró que la mayoría de las palomas maximizan sus ganancias, mostrando una preferencia por la alternativa óptima. Estos hallazgos contrastan con el consistente desempeño subóptimo de las palomas en el procedimiento de elección subóptima, posiblemente debido a que en *Iowa gambling task* no hay estímulos discriminativos predictores de reforzamiento y no reforzamiento.

Palabras clave: Iowa Gambling Task, Modelo Animal, Elección Subóptima.

Introducción

Animales humanos y no humanos estamos sometidos a diferentes alternativas de reforzamiento en casi todo momento. La valoración entre dichas alternativas nos permite guiar nuestra conducta y comportamiento de manera que, las consecuencias resultantes de elegir unas opciones y omitir otras, sean las más favorables. Es decir, los organismos son sometidos a elegir entre diferentes alternativas de reforzamiento presentes en su medio, las cuales casi siempre varían en calidad, cantidad, duración, o alguna combinación de las anteriores. Teorías de forrajeo óptimo postulan que los organismos tienden a dirigir sus esfuerzos hacia las mejores alternativas, por ejemplo, diferentes opciones de comida, de manera que maximizan las ganancias y minimizan los costos, normalmente en términos de tasa de energía gastada y tiempo. Se ha sugerido que estos mecanismos y patrones de comportamiento son consecuencias de procesos de selección natural y sexual, puesto que tienen implicaciones sobre la supervivencia y reproducción del organismo (Pyke et al., 1977).

Basta con imaginar un día típico en nuestra vida para dimensionar el abanico de posibilidades de elección entre alternativas a las que estamos expuestos. Desde el sonido de la alarma al despertarnos, tenemos la opción de levantarnos para comenzar con nuestras actividades o en su lugar, podemos postergarla 10 minutos más para recibir como gratificación un descanso extra, aunque probablemente ello implique el riesgo de quedarse dormido y como castigo, llegar tarde a la escuela o al trabajo. La hora del desayuno puede ser toda una faena para algunas personas, ya que hay que sopesar entre qué alimentos comer de acuerdo con el aporte nutricional y calórico que se requiera, qué alimentos consumir de acuerdo con su disponibilidad en el refrigerador y la alacena, la cantidad de dinero que se tenga, el tiempo disponible, qué cantidad resulta conveniente consumir considerando la próxima ingesta de comida, la cual estará permeada por otra serie de factores.

Diferentes factores, tanto externos como internos, influyen en la conducta de los organismos. Para explicar cómo es que éstos afectan y su nivel de importancia, se han desarrollado diferentes esquemas conceptuales, teóricos y modelos que dan cuenta de los mecanismos involucrados. Por ejemplo, recientemente se ha propuesto un modelo que propone que los mayores determinantes de la conducta en un organismo son la necesidad de reducir la incertidumbre de su ambiente complejo y la maximización de energía a corto plazo, compaginando la influencia de factores externos como la información asociada a la disponibilidad de alimentos en diferentes nichos, con factores internos como la atribución de incertidumbre sobre el medio (conocimiento y experiencia previa) y factores fisiológicos como privación del alimento (Inglis et al., 2001).

Así, el ejemplo del desayuno empleado previamente es simple e idóneo en su propósito de dimensionar que los organismos están expuestos a diferentes alternativas de reforzamiento, cuyas recompensas asociadas a corto y largo plazo podrían estar en conflicto, puesto que tanto la omisión de unas como la elección de otras, acarrea consecuencias ventajosas o desfavorables a corto, mediano y largo plazo, incluso en eventos tan sencillos como la satisfacción de nuestras necesidades básicas en el día a día (van den Bos et al., 2006). También se logra dimensionar que, aunque normalmente se tienen asociadas las situaciones de elección acompañadas de riesgo y consecuencias adversas, a escenarios extraordinarios, lo cierto es que ello puede observarse en escenarios tan comunes que pasan a menudo inadvertidos; este también es el caso del juego patológico

El juego patológico en humanos o trastorno de *gambling* es caracterizado por patrones no adaptativos de comportamiento de juego asociados a deficiencias en el funcionamiento del sujeto (APA, 2013, como se citó en Potenza, 2013). Aunque no todos los patrones no adaptativos representan efectos negativos, los sujetos que presentan esta condición sí los presentan, ya que pueden llegar a gastar grandes cantidades de tiempo y

dinero, frecuentemente acompañado de reacciones emocionales negativas. En muchos casos, las consecuencias negativas resultantes de estos patrones escalan a diferentes esferas de la de vida como lo son problemas de trabajo, problemas familiares, problemas crediticios e incluso, problemas sociales como crímenes y conductas ilícitas a la que se exponen los sujetos con la finalidad de solventar este comportamiento (Petry & Armentano, 1999).

Dentro de las características de estos patrones de comportamiento de gambling se observa una tendencia por elegir alternativas asociadas a un resultado con alta rentabilidad, pero con baja probabilidad de entregarse, en lugar de elegir alternativas asociadas a resultados de menor rentabilidad, pero con alta probabilidad de entregarse (T. Zentall, 2016). Los problemas de este tipo de juego son reconocidos clínicamente como trastorno de control de los impulsos en el que las personas muestran una falta de inhibición del comportamiento y fallan en considerar las consecuencias a largo plazo de sus acciones (T. Zentall, 2016).

Entre algunos de los principales factores que propician el juego patológico se ha encontrado que vivir en vecindarios desfavorables, normalmente correlacionado con altos índices de pobreza, ejercen un ambiente que favorece el *gambling* (Welte et al., 2004). También se ha encontrado que aquellas personas que viven cercanos a lugares relacionados con el juego de tipo *gambling* como lo son los casinos, tienen el doble de tasa de juego patológico en relación a aquellos sujetos que viven a una mayor distancia (Welte et al., 2004). No es sorprendente que, con el crecimiento de la industria del entretenimiento en los últimos años, los problemas de juego patológico también hayan crecido, ya que ello implica que las oportunidades para cometer *gambling* también se han incrementado considerablemente.

Lo anterior puede apreciarse en la expansión de los juegos con resultados impredecibles, como lo son las loterías estatales; el crecimiento de la industria del casino

en las ciudades; el crecimiento de eventos de carreras de caballos, perros, peleas de gallos; apuestas en eventos deportivos; el incremento de dispositivos electrónicos que fomentan el *gambling* como las máquinas tragamonedas; las apuestas por internet, por mencionar algunas. Además, se ha propuesto que sujetos que cometen *gambling* son equiparables a sujetos dependientes de sustancias de abuso en ciertos aspectos, como la búsqueda de euforia, el efecto tolerancia observado en los jugadores en su necesidad de aumentar constantemente sus apuestas para alcanzar la excitación deseada, e incluso, el síndrome de abstinencia como irritabilidad, inquietud y estado de ánimo depresivo (Spunt, 2002).

Los casos de *gambling* han ido en aumento en los últimos años y afecta considerablemente a la población global y particularmente, a la población adulta joven y adulta, ya que la prevalencia en países como Estados Unidos y Canadá alcanza el 1.6% (Shaffer et al., 1999). Ante este progresivo problema y los daños perjudiciales que puede acarrear tanto en el ámbito personal como en el social, ha habido un creciente interés por implementar políticas públicas para prevenir y dar solución a este problema (Welte et al., 2004), así como también ha habido un creciente interés por estudiar los mecanismos subyacentes a esta patología y desarrollar procedimientos experimentales que faciliten su evaluación.

Procedimientos que Evalúan Juego Patológico y Rasgos Relacionados

El desarrollo de procedimientos experimentales válidos que permitan evaluar diferentes aspectos relacionados al juego tipo *gambling*, frecuentemente han sido implementados con la finalidad de determinar un modelo animal de su patología. La utilización de modelos animales en el laboratorio representa una gran ventaja, ya que permite atender problemas inherentes a la investigación como cuestiones éticas, cuestiones de validez, sistematicidad de las evaluaciones, facilidad, economía, entre otros. Además, el manejo de sustancias con efecto farmacológico, así como la exploración de áreas,

estructuras y sistemas, son más factibles de realizarse en modelos animales que en humanos.

El procedimiento de descuento temporal, por ejemplo, ha sido utilizado para evaluar decisión impulsiva en economía conductual (Ainslie, 1975). En este procedimiento los sujetos están expuestos a una elección entre dos alternativas, una proporciona una recompensa relativamente pequeña en magnitud que se entrega de manera inmediata, mientras otra alternativa proporciona una recompensa de magnitud grande, que es entregada después de una demora. En este punto la mayoría de los sujetos tienen una preferencia por la primera alternativa debido a que la duración de las demoras de las recompensas, así como las magnitudes, gobiernan la preferencia del organismo (Green et al., 1994).

El incremento de la demora de manera igualitaria en ambas alternativas, en el procedimiento descrito con anterioridad, puede provocar que la preferencia del organismo se revierta, lo cual se refleja en la elección de la recompensa grande y demorada sobre la alternativa más pequeña e inmediata. Esto se debe a que el valor subjetivo hacia las alternativas disminuye o se descuenta con el tiempo de manera hiperbólica. Por ejemplo, si se le diera a elegir a una persona entre 100 pesos disponibles para mañana o 200 pesos disponibles en dos meses, probablemente la persona en cuestión elegiría la recompensa pequeña e inmediata de 100 pesos sobre la grande y demorada de 200. Sin embargo, si se aumentara la demora en las dos alternativas de manera equitativa, la persona podría cambiar su elección hacia la alternativa más grande.

Este cambio de preferencia sería observable si aumentamos, por ejemplo, la demora por 6 meses para ambas alternativas, de modo que el sujeto ahora tendría que elegir entre 100 pesos disponibles en seis meses y un día o 200 pesos disponibles en 8 meses. Al respecto, las elecciones entre las recompensas demoradas y la reversión de preferencias proporcionan fundamento empírico que da cuenta de la impulsividad y autocontrol (Green

et al., 1994; Rachlin, 1974), lo cual es de gran relevancia dada la relación que se ha encontrado entre la impulsividad y el gambling (Alessi & Petry, 2003; Barnes et al., 1999; Blaszczynski et al., 1997; Petry, 2001a; Steel & Blaszczynski, 1998; Vitaro et al., 1997, 1998).

Los sujetos con problemas de *gambling* son considerados impulsivos debido a su involucramiento en conducta de elección que conlleva a consecuencias negativas a largo plazo, en el caso del descuento temporal, esto se observa con en el descuento abrupto de las demoras asociadas a los reforzadores por parte de estos sujetos en comparación a sujetos control, lo cual podría ser una manifestación de desórdenes en el control de la impulsividad (Petry, 2001b; Petry & Casarella, 1999). Específicamente, la elección de una recompensa pequeña e inmediata sobre una recompensa grande y demorada, ha sido descrita como impulsividad, falta de autocontrol e incapacidad para demorar la gratificación (Ainslie, 1974; Mischel et al., 1989; Rachlin & Green, 1972).

También, algunos estudios han propuesto que el *gambling* no sólo refleja impulsividad, sino que ésta se relaciona con propensión al riesgo ya que el gambling por definición implica riesgo debido a la incertidumbre asociada a las consecuencias. En este sentido, la impulsividad asociada al gambling involucraría propensión al riesgo y dificultad para demorar la gratificación. Esto último podría observarse con la utilización de procedimientos de descuento temporal de reforzadores y descuento probabilístico, ya que el primero aborda adecuadamente el aspecto de demora de gratificación relacionado con impulsividad mientras que el segundo resulta más adecuado para evaluar propensión al riesgo.

De manera similar al procedimiento de descuento temporal, en el procedimiento de descuento probabilístico los sujetos están expuestos a una elección entre dos alternativas, sólo que en este procedimiento una alternativa proporciona un reforzador pequeño de manera fiable mientras que la otra proporciona una recompensa de mayor magnitud, cuya

probabilidad de entrega declina gradualmente a lo largo de los ensayos (Petry, 2012). En un inicio, los sujetos eligen la recompensa grande cuando su probabilidad de ser entregada es alta, sin embargo, normalmente la preferencia cambia hacia la elección de la recompensa pequeña y fiable conforme la probabilidad de entregar la recompensa grande disminuye.

Este procedimiento ha sido empleado para evaluar la propensión al riesgo relacionada a la impulsividad de tipo *gambling*, ya que este trastorno en particular es un trastorno adictivo relacionado con la elección de recompensas grandes, pero con un alto riesgo. Algunos estudios han tomado la tasa de decremento de elección por la alternativa grande como un índice de tolerancia al riesgo asociado con conducta tipo *gambling* (Holt et al., 2003; Petry, 2012). También, se ha propuesto como un procedimiento idóneo para evaluar a personas con problemas de abuso de sustancias, ya que aquellas personas que muestran preferencia de elección por alternativas con alta probabilidad de riesgo también podrían ser más propensas a desarrollar trastornos adictivos (Petry, 2012)

Algunos estudios han sugerido que si el desempeño en las tareas de descuento temporal y descuento probabilístico refleja el mismo rasgo general de impulsividad, entonces sería lógico esperar una correlación negativa entre las mediciones en ambas tareas, es decir, los sujetos impulsivos que mostraran un descuento temporal abrupto también deberían mostrar un descuento probabilístico modesto, ya que estos sujetos se ven menos afectados tanto por las consecuencias de sus conductas a largo plazo, como a la incertidumbre (Holt et al., 2003). Sin embargo, se ha encontrado que, aunque los sujetos con problemas de *gambling* tienen un descuento probabilístico menos abrupto que los sujetos sin este padecimiento, estos mismos sujetos no muestran un descuento temporal más abrupto que los sujetos sin problemas de *gambling* (Holt et al., 2003), aunque estos hallazgos no parecen ser consistentes.

Esta concepción resulta importante, ya que se vislumbra la idea de que un mismo mecanismo podría subyacer a los diferentes rasgos que manifiestan los sujetos con problemas de *gambling* como impulsividad, propensión al riesgo, demora de gratificación (Petry, 2001b, 2001a; Petry & Casarella, 1999). También se concibe que las diferencias individuales en los procedimientos de descuento temporal y probabilístico pudieran deberse a una diferente configuración de los elementos que los componen (Smith et al., 2018). Teniendo así que los factores “demoras” y “probabilidades” para la presentación de los reforzadores, coadyuvarían a evaluar diferentes rasgos de *gambling* en los sujetos, tanto en la presentación separada de estos factores como en su presentación conjunta. Esto aunado a la configuración de otros factores que podrían estar interviniendo en la toma de decisiones deficiente de tipo *gambling*.

Al respecto, estudios aseveran que, en una situación de elección, los sujetos evalúan los valores relativos de las diferentes alternativas y que cuando las elecciones varían en más de una dimensión, como es el caso del descuento probabilístico donde se tiene que elegir entre un reforzador grande cuya probabilidad de entrega varía y un reforzador pequeño cuya entrega es fiable, la elección se vuelve más compleja puesto que hay una compensación entre riesgo y magnitud del reforzador (Smith et al., 2018). Estos mismos autores argumentan que un factor poco explorado en estos procedimientos es el papel que desempeñan las claves que señalan tanto pérdidas como ganancias, lo cual es de suma importancia ya que otros procedimientos han mostrado que la señalización de las recompensas previo a las entregas puede promover elecciones de tipo *gambling*.

Otro procedimiento que ha sido utilizado ampliamente para evaluar el impacto que tienen diferentes claves contextuales que señalizan pérdidas y ganancias en situaciones de elección y emular aspectos relacionados con *gambling*, tiene el nombre de elección subóptima (Smith et al., 2018). El procedimiento de elección subóptima consiste en mostrar dos alternativas de elección mediante programas concurrentes encadenados. En una de

las versiones de este procedimiento, la primera alternativa está asociada a la liberación de reforzamiento grande con baja probabilidad de entrega, donde la entrega o no entrega de reforzamiento están señaladas por claves contextuales (teclas con colores diferentes), mientras que la segunda alternativa está asociada a una menor magnitud de reforzamiento, pero con mayor probabilidad de ser entregada (T. R. Zentall & Stagner, 2011).

En esta segunda alternativa no hay claves contextuales que señalen la entrega o no entrega de reforzamiento, pero su elección lleva a una ganancia global mayor en comparación a la primera alternativa. La elección de una alternativa asociada a una recompensa grande, cuya probabilidad de entrega es baja, sobre otra alternativa asociada a una recompensa pequeña pero cuya liberación tiene una alta probabilidad, es característico de la elección sub óptima (Molet et al., 2012). Algunos estudios que utilizan este procedimiento han propuesto a las palomas como un modelo animal de juego patológico y han comparado su desempeño con la conducta maladaptativa en la toma de decisiones de humanos con problemas de gambling (Molet et al., 2012; Stagner & Zentall, 2010; T. R. Zentall & Stagner, 2011).

En el procedimiento de elección subóptima, elegir la alternativa asociada a una mayor tasa de reforzamiento sería una predicción de la teoría de forrajeo óptimo, ya que la elección de esta alternativa permitiría al organismo maximizar sus ganancias a lo largo de las sesiones (Pyke et al., 1977; Stagner & Zentall, 2010). Sin embargo, se ha encontrado lo opuesto de manera consistente. Por ejemplo, en el estudio realizado por Stagner y Zentall (2010) en una alternativa se podían presentar los estímulos A o B (colores diferentes); el estímulo A se presentaba en 20% de las ocasiones o ensayos y siempre era seguido de reforzamiento, mientras que el estímulo B se presentaba en las restantes 80% de los ensayos y ningún reforzador era liberado. Esta alternativa es llamada alternativa discriminativa, ya que el organismo puede diferenciar entre la entrega del reforzador mediante el estímulo A o la no entrega del reforzador mediante el estímulo B.

En la otra alternativa se podía presentar en 20% de las ocasiones un tercer estímulo C que era seguido por reforzamiento el 50% de las veces o se podía presentar un estímulo D en las restantes 80% de las ocasiones que también era seguido por reforzamiento el 50% de las veces. Así, en la alternativa discriminativa el reforzamiento ocurría en un 20% de las ocasiones mientras que en la alternativa no discriminativa el reforzamiento ocurría en un 50% de las veces con cualquiera de los dos estímulos que se presentara. Contrario a lo que predice la teoría de forrajeo óptimo, las palomas mostraron una marcada preferencia por la alternativa discriminativa, aunque eso llevara a una menor tasa global de reforzamiento.

Resultados similares se encontraron en el procedimiento empleado en palomas por Zentall y Stagner (2011) en el cual la alternativa discriminativa señalizaba la entrega de 10 pellets como reforzamiento con una probabilidad de 0.2, o señalizaba la no entrega de reforzamiento con una probabilidad de 0.8, mientras que en la alternativa no discriminativa se señalizaba un estímulo con una probabilidad de 0.2 u otro estímulo con una probabilidad de 0.8, ambos seguidos de tres pellets, teniendo así un reforzamiento general promedio de dos pellets en la alternativa discriminativa y un reforzamiento general promedio de tres pellets en la alternativa no discriminativa.

Las palomas también mostraron conducta sub óptima, o preferencia por la alternativa discriminativa, lo cual es muestra de una tendencia maladaptativa en la toma de decisiones similar a la que presentan los humanos con problemas de *gambling* (T. R. Zentall & Stagner, 2011), ya que en este procedimiento las palomas prefieren una alternativa que señala una recompensa grande con una baja probabilidad de presentarse sobre una alternativa que señala la entrega fiable de una recompensa pequeña que en promedio proporciona 50% más reforzamiento. Al igual que los humanos, las palomas hacen mayor énfasis en la infrecuente aparición de estímulos que señalan una recompensa grande sobre la aparición más frecuente de estímulos que señalan la pérdida.

Debido a la similitud en el desempeño entre palomas y humanos, algunos autores han propuesto que la conducta mal adaptativa en estas especies debe estar mediada por los mismos procesos relacionados a estímulos condicionados predictores y no predictores de reforzamiento (T. R. Zentall & Stagner, 2011), lo cual ha llevado a concebir una generalidad de este patrón conductual en otras especies, desde una perspectiva evolutiva. Sin embargo, estos mismos patrones conductuales de sub optimalidad no se han replicado en otras especies comúnmente utilizadas en laboratorio como es el caso de las ratas (López et al., 2018; Martínez et al., 2017; Trujano et al., 2016; Trujano & Orduña, 2015).

La optimalidad que muestran las ratas en el procedimiento de elección sub óptima ha sido explicada como una mayor sensibilidad por esta especie hacia la tasa de reforzamiento y una mayor influencia por parte de los inhibidores condicionados, es decir, las ratas ponderan el valor de las alternativas considerando los estímulos que predicen reforzamiento fiablemente (reforzadores condicionados) así como los estímulos que fiablemente predicen no reforzamiento (inhibidores condicionados) mientras que las palomas muestran una ponderación principalmente influenciada por el estímulo que predice reforzador en la alternativa discriminativa y no de aquel que predice no reforzamiento, lo que conlleva a un desempeño sub óptimo (Laude et al., 2014; Trujano et al., 2016).

Lo anterior ha llevado a concebir la posibilidad de que diferentes características de los procedimientos empleados podrían estar modelando la conducta de elección, y específicamente, la conducta tipo *gambling*, en diferente grado. Por ejemplo, así como se ha evaluado el papel que tienen los estímulos como reforzadores e inhibidores condicionados, otros autores han sugerido que la atribución del valor incentivo relacionado a estos estímulos influyen en mayor medida sobre su función predictiva en la conducta de elección (Chow et al., 2017), aunque otros autores han demostrado que el efecto de la inhibición condicionada tiene un peso mayor que la atribución de valor incentivo (Martínez

et al., 2017) por lo que la sensibilidad hacia los inhibidores condicionados podría dar cuenta de la tendencia a cometer gambling en humanos (Orduña & Alba, 2019).

Del mismo modo, se han propuesto modelos para explicar los resultados obtenidos en diferentes experimentos de elección subóptima y otros procedimientos que modelan características de *gambling*, tanto en palomas como en roedores. Por ejemplo, Cunningham y Shahan (2018) han propuesto un modelo teórico de información temporal para describir cómo es que factores, como el valor del reforzamiento condicionado asociado a los estímulos de los eslabones finales del procedimiento de elección sub óptima, interactúa con la tasa de reforzamiento para facilitar elección sub óptima.

De acuerdo con el modelo teórico de información temporal, la información temporal relativa y la tasa relativa de reforzamiento compiten para controlar la elección, es decir, los estímulos del eslabón terminal influyen en la elección de acuerdo a la información temporal relativa que proporcionan, por lo que las palomas preferirán las alternativas con los estímulos que más información temporal aporten en los eslabones finales y por lo tanto, el modelo asume que los estímulos que no son seguidos de comida no influyen directamente en la respuesta, aunque el tiempo que el organismo gasta ante la presencia del inhibidor condicionado sí puede influir de manera indirecta en la información temporal relativa. En este sentido, los estímulos predictores de reforzamiento en la alternativa discriminativa del procedimiento de elección sub óptima proporcionan más información temporal que aquellos estímulos de la alternativa no discriminativa.

Del mismo modo, conforme la duración del eslabón terminal aumenta, lo hace también la demora en la presentación de la comida y como resultado, los animales deberían de dar más peso a la información temporal relativa que a la tasa relativa de reforzamiento. Por ello, el modelo predice que la elección subóptima debe observarse cuando la información temporal relativa contribuye más en la elección que la tasa relativa de reforzamiento. Los autores proponen que el modelo formaliza la noción de que los animales

están dispuestos a sacrificar la obtención de comida a cambio de poder obtener información respecto a su obtención (Cunningham & Shahan, 2018, 2019).

La evaluación de los diferentes aspectos relacionados al *gambling* con el procedimiento de elección subóptima, ha arrojado datos fructíferos sobre los factores que influyen en la conducta mal adaptativa, aumentando así nuestra comprensión de los procesos subyacentes al juego patológico en humanos. Aunque no hay datos definitivos, la comparación de estos resultados con aquellos datos arrojados por otras pruebas válidas que evalúan *gambling*, sin duda coadyuvaría a este propósito. Otra prueba que también ha permitido evaluar el juego patológico y los rasgos que lo conforman, tanto en humanos como en modelos animales, es *Iowa gambling task*.

Iowa Gambling Task: Desarrollo, Supuestos e Implicaciones

Iowa gambling task (IGT) fue propuesta por Bechara et al., (1994) para evaluar a pacientes con daño en la corteza prefrontal ventromedial. Los pacientes con este daño, principalmente por lesiones debido a accidentes o intervenciones quirúrgicas, desarrollan anomalías en la toma de decisiones, cuyos efectos se observan principalmente en el ámbito de la conducta social. Curiosamente, se ha probado que la deficiencia en esta toma de decisiones no se debe a una falta de conocimiento, por parte de estos sujetos, de las consecuencias que conllevan las situaciones sociales, sino que los sujetos son incapaces de elegir las decisiones favorables a pesar de que sí se muestran capaces de ponderar las diferentes opciones disponibles junto con sus consecuencias e implicaciones (Saver & Damasio, 1991).

En este mismo estudio se encontró que los pacientes con daño en la corteza prefrontal ventromedial mostraron en las pruebas a las que fueron sometidos, una capacidad normal para generar opciones de repuesta ante situaciones sociales problemáticas. Además, también fueron capaces de conceptualizar medidas efectivas para alcanzar objetivos sociales concretos, así como también fueron capaces de predecir el

resultado probable de una situación social particular. En concordancia con estos hallazgos se encuentran los altos puntajes obtenidos en las pruebas convencionales de memoria e inteligencia. Sin embargo, estos resultados en su conjunto contrastan fuertemente con la decisión social deficiente que muestran estos pacientes en la vida diaria.

Algunas de las posibles explicaciones del por qué los pacientes con daño en corteza prefrontal ventromedial se desenvuelven bien en las pruebas convencionales y no así en la vida real son: 1) la mayoría de las pruebas convencionales tienen como requisito la consideración de las opciones y sus posibles consecuencias pero no abordan el componente de elección activa en dicha toma de decisiones; 2) en las pocas elecciones que el sujeto hace por reactivo, sólo es capaz de lidiar con las restricciones que se le presentan al momento pero no con restricciones nuevas que podrían surgir de la primera elección, lo cual difiere mucho de la vida real; 3) en la mayoría de las pruebas el sujeto tiene un papel de observador y no de protagonista (Saver & Damasio, 1991).

Debido a que resultaba evidente la deficiencia en la aplicación de estrategias en la toma de decisiones en los pacientes con esta condición si se les observa en su ambiente natural pero, se carecía, hasta ese momento, de una prueba de laboratorio que permitiera detectarla y evaluarla satisfactoriamente, Bechara et al., (1994) afrontaron este reto proponiendo la prueba de laboratorio IGT. Los autores la describen como una prueba neuropsicológica capaz de simular en tiempo real la toma de decisiones en la vida diaria, en relación con la forma en que el sujeto determina la incertidumbre de premisas, resultados, así como las consecuencias de recompensas y castigos.

La prueba IGT empieza informando a los participantes que tienen que elegir de entre cuatro sets de cartas (A, B, C y D) una carta a la vez de cualquier set, hasta que se les dé la indicación de detenerse. La elección de una carta puede tener como consecuencia la ganancia de una cantidad de dinero que varía según el set del que se haya elegido, o bien, una ganancia de dinero acompañado de una penalización que consiste en descontar una

cantidad de dinero a la suma acumulada. En un inicio, en la prueba original (Bechara et al., 1994) se les hace un préstamo de dinero ficticio por la suma de \$2000 y se les indica que el objetivo de la prueba es maximizar la ganancia de dinero. También se les indica que pueden cambiar de set en cualquier momento o si lo prefieren, pueden elegir de un solo set las veces que deseen.

Lo que no se les menciona a los participantes son los programas de reforzamiento a los que está sometido cada set de cartas, ni que la prueba termina cuando se eligen 100 de éstas. La elección de cualquier carta de los sets A y B lleva a una ganancia de \$100, mientras que la elección de cualquier carta de los sets C y D genera una ganancia de \$50. Sin embargo, los sets A y B también contienen cartas impredecibles asociadas a una pérdida de dinero grande mientras que los sets C y D también contienen cartas asociadas a pérdidas, pero en cantidades menores. De esta manera, elegir 10 cartas de los sets A y B llevaría a una ganancia de \$1000 pero a una pérdida de \$1250, dejando al participante con una pérdida neta de \$250.

Por otro lado, la elección de 10 cartas de los sets C y D dejaría al participante con una ganancia de \$500 mientras que las pérdidas impredecibles sumarían \$250, resultando en una ganancia neta de \$250. Dicho lo anterior, los programas vigentes en los sets A y B hacen que estas alternativas sean las no ventajosas a largo plazo, siendo equivalentes en términos de pérdidas netas, con la diferencia de que en el set A las pérdidas son frecuentes a lo largo de los ensayos, pero de menor magnitud, mientras que en el set B las pérdidas son menos frecuentes, pero de mayor magnitud. Los sets C y D son las alternativas ventajosas, ya que su elección resulta en una ganancia general a largo plazo. Estas alternativas también son equivalentes en términos de pérdida general neta, con la diferencia de que en el set C las pérdidas son más frecuentes y de menor magnitud, mientras que en el set D las pérdidas son menos frecuentes pero de mayor magnitud (Bechara et al., 1994).

En este estudio se encontró que los pacientes con daño en corteza prefrontal ventromedial tienden a elegir de las opciones que resultan desventajosas a largo plazo, mostrando esta tendencia estable a lo largo de la prueba. El pobre desempeño de estos pacientes en la prueba es comparable a la incapacidad de elegir de manera ventajosa en su vida diaria, especialmente en los dominios personales y sociales. Según los autores, los sujetos parecen inconscientes a las consecuencias futuras de sus acciones y en cambio, parecen guiarse por prospectos inmediatos, ya que tanto la vida real como la prueba impiden una estimación exacta de las consecuencias futuras por parte del sujeto y debido a ello, sus elecciones se basan en aproximaciones.

Generalidad de *Iowa Gambling Task*

Los autores de la prueba sugieren que la señalización encubierta (sistemas biorreguladores, estructuras musculoesqueléticas y viscerales, así como sus representaciones neuronales en el sistema nervioso central) y el procesamiento consciente, coadyuvarían a una correcta toma de decisiones. Lo anterior debido a que estos procesos permean la experiencia individual de los sujetos, según los autores, principalmente recuerdos moldeados por reforzamiento, castigo y los estados emocionales. Por ello, daños causados a cortezas ventromediales específicas propiciarían una dificultad de recuperación de información particular en los individuos (Bechara et al., 1997). Debido a esto, se han identificado estructuras relacionadas con la correcta toma de decisiones.

Por ejemplo, se ha encontrado que la corteza prefrontal ventromedial y la amígdala tienen una función diferenciada e integrativa en la toma de decisiones. La primera participa en la integración de información encubierta proveniente de la segunda, así como de información encubierta proveniente de otras estructuras como hipotálamo y núcleos del tronco del encéfalo (Bechara et al., 1999). También se ha logrado diferenciar la participación de áreas como la corteza orbitofrontal (Bechara et al., 2000), por mencionar algunas. Esta prueba también se ha utilizado ampliamente para evaluar conducta de elección

desfavorable como en el caso de sujetos dependientes de sustancias de abuso, sujetos con gambling y pacientes con dolor crónico (Apkarian et al., 2004; Petry, 2001b; R D Rogers et al., 1999), entre otros.

Al ser la prueba IGT capaz de simular en tiempo real la toma de decisiones en la vida diaria, en relación con la forma en que el sujeto determina la incertidumbre de premisas, resultados, así como las consecuencias de recompensas y castigos (Bechara et al., 1994), se ha implementado extensamente para evaluar poblaciones clínicas con trastornos neurológicos, psiquiátricos, pacientes con trastorno de déficit de atención e hiperactividad, sujetos con abuso de sustancia y jugadores patológicos. Para una revisión ver (Toplak et al., 2010). Al ser una de las tareas más empleadas en poblaciones clínicas y no clínicas, se ha utilizado el desempeño en la prueba IGT como un índice de desempeño en toma de decisiones (Toplak et al., 2010).

Aunado a lo anterior, también se han realizado esfuerzos para adaptar la prueba a procedimientos en el laboratorio con la finalidad de determinar modelos animales, principalmente roedores. A continuación, se mencionan algunos experimentos pioneros en este propósito que resultan de suma importancia, ya que su implementación en el laboratorio también permitiría encontrar evidencia de las bases neurobiológicas que subyacen a la toma de decisiones y al juego patológico, al mismo tiempo que facilitaría la comprensión de otros trastornos conductuales en los cuales, la toma de decisiones de tipo juego patológico se ve involucrada.

Modelos Roedores de *Iowa Gambling Task*

Ante la falta de modelos roedores de IGT, van den Bos et al., (2006) se propusieron desarrollar un modelo roedor en ratas y ratones que lograra capturar la esencia de la prueba en humanos, es decir, la incertidumbre de las recompensas y el conflicto que suscita entre la elección de las diferentes alternativas en términos de la inmediatez de la entrega de las recompensas. Los autores encontraron que tanto ratones como ratas se comportan de una

manera similar a la de los humanos sin problemas de gambling en la prueba IGT, esto es, eligen la opción que resulta más favorable a largo plazo conforme se desarrolla la prueba.

También encontraron similitud entre las curvas de aprendizaje de ratones y ratas con las curvas obtenidas con humanos, en relación con la elección de la recompensa que resulta más favorable a largo plazo. Las curvas de estas tres especies señalan que los sujetos tienden a muestrear de las diferentes opciones en un inicio, para después cambiar su preferencia de elección hacia las alternativas que resultan más favorables. Es decir, cambian de un patrón de exploración observado en un inicio hacia un patrón más estratégico de elección conforme se desarrolla la prueba.

Por su parte, los autores Pais-Vieira et al., (2007) proponen una prueba conductual novedosa para evaluar la toma de decisiones afectiva en ratas que según ellos, simula los aspectos esenciales de las pruebas neuropsicológicas utilizadas en humanos para evaluar *gambling*. Dichos autores señalan que los protocolos experimentales de las pruebas de descuento probabilístico, utilizados para evaluar la toma de decisiones en ratas, no abordan la elección libre bajo incertidumbre de manera adecuada, debido a que estos procedimientos requieren de un entrenamiento arduo durante el cual, los animales aprenden las contingencias asociadas a las alternativas a lo largo de las sesiones experimentales.

En este sentido, la prueba pretende identificar patrones de preferencia entre dos situaciones, cada una asociada a diferente valor de reforzador y diferente probabilidad de reforzamiento. Los autores aseguran que esta prueba guarda aspectos fundamentales con aquellas utilizadas con humanos: primero, los animales comienzan la prueba siendo ingenuos respecto al hecho de que las diferentes alternativas llevan a diferentes consecuencias, ya que tienen que aprenderlas conforme la prueba avanza; segundo, ninguna de las alternativas elegidas tiene como consecuencia la liberación de un reforzador de manera fiable.

Los resultados muestran que, ante situaciones ambiguas de decisión e incertidumbre, los animales con lesión en la corteza orbitofrontal tienen una preferencia de elección por las alternativas asociadas a la liberación de reforzamiento de gran magnitud pero con baja probabilidad en su entrega, sobre las alternativas asociadas a la liberación de reforzamiento de menor magnitud pero con alta probabilidad de ser entregada (Pais-Vieira et al., 2007), lo cual es congruente con los patrones de elección observados en humanos con daño en las mismas áreas y con problemas de *gambling* (Bechara et al., 2000; R D Rogers et al., 1999).

Además de ofrecer una herramienta útil para entender el papel de la corteza orbitofrontal en la toma de decisiones, este estudio propone expandir el uso de modelos roedores para lograr entender los mecanismos de decisión dependientes de áreas prefrontales. Al respecto, Rivalan et al., (2009) señalan que la investigación experimental de la toma de decisiones está obstruida principalmente por la falta de un modelo animal válido de toma de decisiones maladaptativa y por las diferencias procedimentales entre las pruebas usadas para evaluar humanos y las utilizadas para evaluar roedores.

Los autores señalan que, a diferencia de la prueba IGT, la cual logra evaluar en una sola sesión, el curso del proceso de toma de decisiones en una situación compleja, la mayoría de los estudios en animales evalúan dicho proceso después de un entrenamiento prolongado a lo largo de sesiones y lo llevan a cabo en situaciones de elección no complejas. Por tal motivo, ellos diseñaron una prueba de *gambling* para ratas, o, *Rat Gambling Task* (RGT), análoga a la prueba IGT, la cual facilita la evaluación del proceso de toma de decisiones en una sola sesión. Además, dicha evaluación la llevan a cabo, por primera vez, en cajas de condicionamiento operante.

En este estudio se logra identificar a dos subgrupos de ratas, el primero, integrado con el mayor número de animales, sigue la estrategia de elegir las opciones que resultan más favorables a largo plazo, mientras que el segundo tiene una tendencia a elegir las

peores alternativas, de manera persistente. Esto también fue observado al implementar una variante de la prueba RGT en los animales, la cual permite el aprendizaje de los valores asociados a las alternativas antes de la evaluación de la elección. Los resultados sugieren que gran parte de los animales se desenvuelven en la prueba RGT acorde a la evaluación de la experiencia previa y posteriormente, la deducción de las mejores alternativas (Rivalan et al., 2009).

Esta capacidad de deducción estaría comprometida en el subgrupo de animales que elige las peores alternativas, ya que la elección desfavorable persiste a pesar del conocimiento previo sobre su valor. En estos animales, la motivación para obtener la gratificación derivada de la elección de las alternativas asociadas a reforzadores grandes e inmediatos, sin la consideración de las ganancias a largo plazo, parece dar cuenta de su desempeño, y no así la falta de información sobre la prueba. Además de la similitud del desempeño entre ratas y humanos, también se encontraron otros rasgos entre estas dos especies, los cuales se relacionan con trastornos de adicción e impulsividad como lo son la conducta de riesgo y la mayor sensibilidad a reforzadores grandes e inmediatos; Según los autores, estos hallazgos dan mayor validez al procedimiento propuesto (Rivalan et al., 2009).

Los autores Zeeb et al., (2009) también propusieron una versión de la prueba RGT que permitiera emular las premisas de la prueba IGT (Bechara et al., 1994) para evaluar *gambling* o juego patológico en ratas, con la finalidad de desarrollar un modelo animal roedor de conducta de juego patológico que permita estudiar las bases neurobiológicas que le subyacen, así como entender otros trastornos que se relacionan con la toma de decisiones de tipo *gambling*. En este estudio los autores encontraron rasgos compatibles entre el desempeño de los animales y los procesos de toma de decisión involucrados en juego patológico en humanos.

En esta nueva versión de RGT, se hace hincapié en la importancia de emular el riesgo de pérdida, un rasgo que resulta clave tanto en la prueba IGT como en el *gambling*. Se enfatiza que en la mayoría de los modelos animales que evalúan toma de decisiones de riesgo como ocurre en los procedimientos de descuento probabilístico, en donde los sujetos eligen entre ganancias pequeñas seguras o ganancias grandes e inciertas, se emula de manera adecuada la posibilidad de no ganar, o de no obtener una ganancia adicional, pero tales procedimientos fallan en emular el riesgo de pérdida. Es decir, fallan en modelar la posibilidad de perder los recursos potenciales asociados a una alternativa cuando se apuesta por la elección de otra y como consecuencia, el riesgo de quedar en una situación desfavorable en comparación con otras posibilidades favorables que se tenían en un inicio.

Para solventar dicho problema, en este procedimiento de RGT los sujetos cuentan con un tiempo limitado para maximizar sus ganancias, además de que necesitan aprender a evitar las opciones riesgosas y en su lugar, elegir las favorables, justo como la estrategia óptima de elección en la prueba IGT. En cada ensayo libre los sujetos están expuestos a cuatro opciones de elección que varían en magnitud y probabilidad de entrega de reforzamiento, así como de probabilidad y duración de presentar un castigo (*time out*). Las contingencias asociadas a cada alternativa están dispuestas de manera que la elección de unas tendrá como resultado una elección óptima en términos de cantidad de pellets obtenidos en total, y la elección de otras alternativas derivará en una elección subóptima.

En este estudio se encontró que la mayoría de los animales son capaces de elegir la mejor alternativa, mientras una menor porción elige la alternativa asociada a la mayor magnitud de recompensa, pero también asociada a la mayor duración de castigo. Este resultado sugiere que al igual que los humanos con problemas de *gambling* y trastornos en toma de decisiones, esta menor proporción de ratas tiende a elegir las opciones asociadas a una mayor magnitud de recompensa, a pesar de las mayores pérdidas asociadas a largo plazo, aspecto también observado en el procedimiento empleado por otros autores (Rivalan

et al., 2009). También se demostró que los animales son sensibles a la magnitud de reforzamiento, así como la probabilidad de su entrega y la magnitud de castigo asociada a cada opción, por lo que la elección se lleva a cabo gracias a la integración de estos factores en su conjunto, lo cual da validez al procedimiento empleado.

Aunque los modelos propuestos por los diferentes autores varían en el procedimiento empleado, en cada uno de ellos los animales son capaces de aprender qué opciones resultan favorables a largo plazo. Si bien, es cierto que se observan diferentes patrones de comportamiento en los diferentes procedimientos, también es de importancia destacar que, en todos ellos, los animales inician con una conducta de exploración para después pasar a un patrón más estratégico, muy parecido al observado en humanos, de tal manera que la mayoría de los animales desarrollan una preferencia por las opciones más favorables. Con estos resultados se puede inferir que animales roedores son capaces de desarrollar estrategias de elección parecidas a las usadas por animales humanos (de Visser et al., 2011).

El creciente interés por desarrollar modelos animales se debe principalmente a la ventaja que representan para desentrañar los mecanismos, estructuras cerebrales, circuitos y sistemas involucrados en la toma de decisiones. Su implementación en la investigación experimental es de gran utilidad, ya que es factible la realización de modificaciones a nivel ambiental, genético, molecular y sistémico, con un mayor control y cuidado. Particularmente la implementación de modelos animales de tipo roedor supone una ventaja para identificar factores de riesgo y factores protectores que influyen en una pobre toma de decisiones, ya que facilitan el estudio de diferencias interindividuales a nivel conductual y cognitivo (de Visser et al., 2011).

Generalidad de *Rat Gambling Task*

Las características del diseño en la prueba RGT propuesto por Zeeb et al., (2009) ha permitido evaluar diferentes características conductuales y farmacológicas asociadas al *gambling*. Por ejemplo, en este mismo estudio se evaluó el papel que tienen los sistemas dopaminérgicos y serotoninérgicos en la modulación de la conducta tipo *gambling*. En otro estudio los autores Barrus et al., (2015) realizaron un metaanálisis sobre el procedimiento RGT para entender la correlación de elección impulsiva con impulsividad motora con ayuda del registro de las respuestas perseverantes, que permite este procedimiento RGT.

Dado que el juego patológico es un desorden de tipo adictivo según el DSM-5, algunos estudios como el llevado a cabo por Zeeb et al., (2017) se han centrado en investigar cómo afecta la exposición de organismos a determinadas condiciones experimentales, bajo la perspectiva de que se encuentran semejanzas entre el desorden de juego patológico y adicción a drogas, entre ellos los síntomas de tolerancia y abstinencia. Tal es el caso de la modulación de la incertidumbre de la entrega del reforzador, en el sistema dopaminérgico y sus repercusiones a nivel conductual.

En el estudio citado con anterioridad, se encontró que la administración de anfetamina incrementó significativamente la actividad locomotora y el desempeño en la prueba RGT en ratas expuestas a programas de reforzamiento variable, en donde la presentación del reforzador era incierta, en comparación con sujetos expuestos a programas de razón fija, en donde la liberación del reforzador podía predecirse con mayor facilidad. Estas ratas expuestas a programas de razón variable aumentaron su riesgo en la toma de decisiones mostrando un incremento por la alternativa más desfavorable, siendo explicada esta sensibilización conductual como una sensibilización subyacente de dopamina, aspecto que se observa en sujetos expuestos a sustancias de abuso (Zeeb et al., 2017).

Aunado a esto, también se ha empleado la prueba RGT para relacionar la toma de decisiones mal adaptativa con impulsividad motora (Barrus et al., 2015), para evaluar los efectos de enriquecimiento ambiental en esta tarea (Zeeb et al., 2013), así como para estudiar el papel que tienen diferentes estructuras cerebrales relacionadas con este tipo de toma de decisiones como la corteza prefrontal, la amígdala basolateral, la corteza orbitofrontal y la corteza infra límbica (Zeeb et al., 2015; Zeeb & Winstanley, 2011, 2013).

Planteamiento del Problema y Justificación

Aunque la prueba IGT ha sido extensamente empleada para evaluar de manera general la toma de decisiones y de manera específica, la conducta tipo *gambling*, tanto en humanos como en modelos animales roedores, actualmente no hay un estudio en la literatura que emplee este procedimiento para evaluar palomas. Dado que en procedimientos de elección subóptima se ha encontrado de manera consistente que las palomas muestran una conducta de toma de decisiones maladaptativa, análoga a la toma de decisiones observada en humanos (Molet et al., 2012; Stagner & Zentall, 2010; T. R. Zentall & Stagner, 2011) e incluso, en estos mismos estudios se ha propuesto a las palomas como un modelo animal de *gambling* en humanos, resulta imprescindible adaptar la prueba IGT en palomas para cumplir con varios propósitos:

- a) Evaluar toma de decisiones en palomas usando la prueba IGT y así aportar a la literatura por primera vez información respecto a su desempeño.
- b) Comparar el desempeño de palomas en la prueba IGT con los resultados en la literatura del desempeño de palomas en otros procedimientos que modelan aspectos de *gambling*, específicamente, el procedimiento de elección subóptima, para examinar si en ambos procedimientos encontramos las mismas fuentes de optimalidad y suboptimalidad relacionada a la toma de decisiones tipo *gambling*.

Dado que las alternativas en la prueba IGT carecen de estímulos predictores de reforzamiento y no reforzamiento, se hipotetiza que las palomas se comportarán de manera óptima eligiendo en función de la tasa relativa de reforzamiento, mostrando preferencia de elección por las alternativas B y A.

Método

Sujetos

Se utilizaron nueve palomas macho, las cuales se obtuvieron del bioterio de la Facultad de Psicología UNAM y fueron alojadas en jaulas individuales a una temperatura controlada en un ciclo de luz-oscuridad de 12:12 horas. Pasados los días de habituación al bioterio, se les redujo su peso corporal gradualmente hasta el 82% y se les alimentó después de las sesiones experimentales de modo que mantuvieran ese porcentaje de peso corporal. Los animales tuvieron acceso ad libitum a agua.

Aparatos

Se utilizaron dos cajas de condicionamiento operante (MED Associates, Inc., Model ENV008-VP) cada una incorporada en un cubículo sonoamortiguador (MED Associates, Inc., Model ENV-022M). El suelo estuvo compuesto de una rejilla de acero inoxidable con 19 barras de 0.48 cm de diámetro (MED Associates, Inc., Model ENV-005). En cada caja se equipó un panel frontal, normalmente utilizado para la prueba *five choice serial reaction time task*. En dicho panel se colocaron 4 teclas para paloma en los lugares que corresponden a los *nose spikes*, de manera que, al invertir el panel, las teclas quedaron a una altura accesible para las palomas. Las teclas podían ser iluminadas de diferentes colores, de modo que permitieran la diferenciación de las 4 alternativas presentadas en la prueba IGT, es decir, alternativas A, B, C y D.

Cada caja fue equipada en el panel trasero con un comedero (MED Associates, Inc., Model ENV-200R2M) en la parte central, por el cual se liberaban pellets estándar de 14mg

(Bio-Serv, Product) por medio de dispensadores modulares colocados de manera externa a la caja (MED Associates, Inc., Model ENV-203M). El comedero fue equipado con un sensor infrarrojo para detectar las respuestas de entrada (MED Associates, Inc., Model ENV- 254-CB). Una luz general fue colocada en la parte superior y central. El registro de datos y la presentación de estímulos fueron controlados por una computadora personal en una habitación contigua, utilizando el lenguaje de programación Med State.



Figura 1. Fotografía de caja operante modificada.

Procedimiento

Primero los animales fueron sometidos a un Pre-entrenamiento en el que fueron habituados a las cajas experimentales, posteriormente fueron entrenados a responder a las teclas. Debido a que no hay un experimento previo que entrene a palomas en este tipo de cajas operantes con este arreglo, estos procedimientos de pre-entrenamiento y entrenamiento son empleados aquí por primera vez. Después a las palomas se les dio 7

sesiones de ensayos forzados y a continuación su preferencia de elección fue evaluada en sesiones de ensayos libres adaptando el procedimiento RGT (Zeeb et al., 2009).

Pre-entrenamiento

Habitación.

La fase de habitación consistió en tres sesiones, una sesión por día. En la primera sesión de habitación se colocaron 30 pellets de 14mg en el comedero, ubicado en el panel trasero de la caja experimental, junto con 1.5 gramos de alimento estándar para paloma, para cada sujeto por un periodo de 25 minutos. La sesión finalizó cuando la paloma comió los 30 pellets o transcurridos los 25 minutos. Al día siguiente se colocaron de nuevo 30 pellets, pero esta vez se redujo la cantidad de alimento estándar para paloma a 0.5 gramos. La sesión finalizó con los mismos criterios de la sesión anterior. En la tercera sesión se colocaron 30 pellets en el comedero sin alimento estándar y se utilizó el mismo criterio para finalizar la sesión. En todas las sesiones la luz del comedero se mantuvo encendida. Para esta sesión la mayoría de las palomas comieron los 30 pellets.

Posteriormente, las palomas fueron sometidas a una sesión de habitación con programa, la cual estuvo compuesta de 60 ensayos. En un inicio se encendía la luz general y se apagaba hasta el final de la sesión. Transcurridos 20 segundos, se liberaba un reforzador acompañado del sonido del clicker y la luz del comedero. Después de cuatro segundos se apagaba la luz del comedero, lo cual finalizaba el ensayo. Esta sesión tuvo como propósito la asociación de la liberación del reforzador con el sonido del clicker y la iluminación del comedero. Los siguientes dos días fueron ocupados para la fase de automoldeamiento. En esta sesión y en las siguientes fases, tanto de entrenamiento como de la prueba de IGT, los reforzadores fueron pellets estándar de 14mg.

Automoldeamiento.

La fase de automoldeamiento consistió en la presentación de un programa, compuesto de 30 ensayos, en tres sesiones; una sesión por día. En un inicio el programa presentaba una tecla iluminada durante ocho segundos y durante este tiempo, la primera respuesta de picotazo apagaba la tecla y liberaba un reforzador, acompañado del sonido del clicker y la iluminación del comedero por cinco segundos. Después iniciaba un intervalo entre ensayos de 52 segundos. Si el sujeto no emitía una respuesta durante los ocho segundos que duraba la presentación de la tecla encendida, ésta se apagaba y se entregaba un reforzador, también acompañado del sonido del clicker y la iluminación del comedero por cinco segundos. Seguido a esto, se presentaba el intervalo entre ensayos. Las palomas que no respondieron a la tecla en la fase de automoldeamiento fueron moldeadas manualmente.

Entrenamiento a tecla.

Más tarde las palomas fueron sometidas a cuatro sesiones, una sesión por día, en las cuales se presentó un programa de reforzamiento continuo. En el inicio de cada ensayo se encendía una tecla del panel frontal, cada respuesta de picotazo apagaba la tecla y se liberaban tres pellets en el receptáculo del comedero, al mismo tiempo que se activaba el sonido del clicker y se encendía la luz del comedero. Transcurridos cinco segundos se apagaba la luz del comedero y finalizaba el ensayo. Cada sesión tuvo 60 ensayos y también en cada sesión se usó un color de luz de tecla diferente.

Cuando las palomas terminaron estas sesiones de reforzamiento continuo pasaron a tres sesiones de reforzamiento continuo similares a las descritas en el párrafo anterior, con la diferencia de que se presentaba una de las cuatro teclas de manera semi aleatoria. Para estas sesiones se entregó un pellet como reforzador. El propósito de estas sesiones fue evitar cualquier sesgo por posición. Cada sesión estuvo compuesta de 60 ensayos. En

todas las fases se ejecutó una sesión experimental por día. Finalizadas estas sesiones, los sujetos pasaron a una condición de entrenamiento encadenado.

Entrenamiento encadenado.

Las características de las sesiones de la fase de entrenamiento encadenado fueron similares a la condición descrita anteriormente, con la diferencia de que el inicio de cada ensayo estuvo marcado por la iluminación de la luz del comedero y una respuesta de entrada a éste fue requerida para la posterior presentación aleatoria de las teclas. Estas sesiones tuvieron el objetivo de moldear la conducta necesaria para las sesiones posteriores de la prueba IGT y para lo cual se utilizaron dos criterios. El primer criterio fue que las latencias de recolección del reforzador, es decir, el tiempo transcurrido en medianas entre la liberación del pellet y la entrada al comedero para su recolección, debieron ser iguales o menores a tres segundos.

El segundo criterio fue la latencia de respuesta, es decir, el tiempo transcurrido en medianas entre la presentación de cada tecla iluminada y la respuesta a la misma, las cuales también debieron ser iguales o menores a tres segundos. El análisis se hizo para cada tecla. Si transcurridas estas tres sesiones no se alcanzaba alguno de los criterios establecidos, se corría una sesión más. La mayoría de los sujetos (seis) cumplieron el criterio con cuatro sesiones.

Evaluación en *Iowa Gambling Task*.

Una vez cumplido el criterio de la fase de entrenamiento encadenado, los animales pasaron a una versión forzada del programa IGT consistente en siete sesiones, en las cuales se asignó con una probabilidad de 0.25 y de manera semi aleatoria una de las cuatro alternativas que se describirán a continuación, de modo que al final de la sesión experimental la paloma estuvo expuesta a 25% de ensayos para cada una de las cuatro alternativas. Estas sesiones de ensayos forzados tuvieron como propósito que los animales estuvieran expuestos de igual manera a las contingencias de cada alternativa antes de

pasar a la condición de ensayos libres y evitar así posibles sesgos de elección. Terminadas las sesiones de ensayos forzados los sujetos pasaron a la versión de ensayos libres para medir su preferencia.

La tabla 1 muestra las cuatro alternativas, cada una señalada por una de las cuatro teclas del panel frontal, las cuales estuvieron asociadas a una magnitud de reforzamiento, a una probabilidad de reforzamiento y una probabilidad de castigo, así como a una magnitud de castigo diferentes. La alternativa A estuvo asociada a un pellet de alimento que se liberó con una probabilidad de $p= 0.9$ o con una probabilidad de $p= 0.1$ se asignó un castigo (tiempo fuera) de 5 segundos. La alternativa B estuvo asociada con la liberación de dos pellets con una probabilidad de $p= 0.8$ o una presentación de castigo de 10 segundos de duración con una probabilidad de $p= 0.2$.

La alternativa C estuvo asociada a la liberación de tres pellets con una probabilidad de $p= 0.5$ o un castigo con duración de 30 segundos con probabilidad de $p= 0.5$, mientras que la alternativa D estuvo asociada a la liberación de cuatro pellets con una probabilidad de $p= 0.4$ o la asignación de un castigo de 40 segundos con una probabilidad de $p= 0.6$. Cabe mencionar que la opción B aquí representa la opción más óptima, mientras que la A es la segunda mejor opción, de acuerdo a la relación entre magnitud y probabilidad de reforzamiento, así como la probabilidad y duración de los castigos. La opción D es la menos óptima y la opción C es la segunda menos óptima (Zeeb et al., 2009).

Tabla 1

Contingencias de reforzamiento asociadas a las alternativas en la prueba IGT

Alternativa	A	B	C	D
Probabilidad de reforzamiento	0.9	0.8	0.5	0.4
Magnitud de reforzamiento	1	2	3	4
Probabilidad de castigo	0.1	0.2	0.5	0.6
Duración del castigo (segundos)	5	10	30	40

El experimento constó de sesiones con duración de 30 minutos en las que la luz de comedero señalaba el inicio del ensayo. Esta luz se apagaba cuando los animales realizaban una entrada al comedero y enseguida se presentaba un intervalo entre ensayos de 5 segundos. Después de este intervalo se presentaban las cuatro alternativas en las sesiones de ensayos libres por 10 segundos (una alternativa de manera semi aleatoria en sesiones de ensayos forzados). La respuesta del animal a cualquier alternativa tuvo como consecuencia la liberación del reforzador o la presentación del castigo acorde a las contingencias descritas anteriormente. Si ninguna alternativa era elegida durante los 10 segundos de su presentación, el ensayo era considerado como omisión, las alternativas se apagaban y enseguida se encendía la luz del comedero indicando un nuevo ensayo (Figura 2).

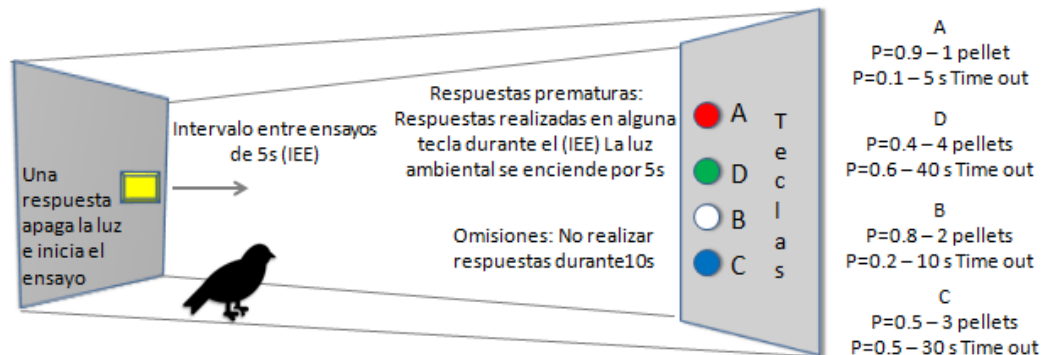


Figura 2. Procedimiento general de la prueba IGT.

En las sesiones de ensayos forzados no hubo omisiones, por lo que los animales tuvieron que responder para continuar. Las respuestas de los animales durante el intervalo entre ensayos de 5 segundos fueron consideradas respuestas prematuras, las cuales indican la impulsividad del animal (Zeeb et al., 2009). Cuando la paloma realizaba una

respuesta prematura, ésta apagaba la luz del comedero y se encendía la luz general por 5 segundos, después de este periodo la luz general se apagaba e iniciaba un nuevo ensayo encendiéndose la luz del comedero. Los animales no tuvieron posibilidad de cancelar este periodo de espera, por lo que la realización de muchas respuestas prematuras conllevó a una menor obtención de ganancias a lo largo de la sesión. Las respuestas hacia las alternativas después de la entrega del reforzador o durante la presentación del tiempo fuera fueron registradas y consideradas como respuestas perseverantes sin ser penalizadas.

En caso de reforzamiento, se liberaba la cantidad de pellets con la probabilidad asociada a la alternativa elegida, acompañada por el sonido del clicker (un sonido de clicker por cada pellet liberado), se encendía la luz del comedero y se apagaban las luces de las teclas. Después de 5 segundos se apagaba la luz del comedero y después se encendía de nuevo para indicar un nuevo ensayo. En caso de presentación de castigo, éste era señalado por el parpadeo de la tecla en una frecuencia de 0.5Hz durante todo el periodo de castigo asociado a la alternativa elegida, en el cual los animales no pudieron ganar reforzadores ni tampoco detener el castigo asociado. Terminado este periodo se apagaba la tecla y se encendía la luz del comedero indicando un nuevo ensayo.

La disposición de las alternativas en el panel frontal estuvieron colocadas en el orden A,D,B,C en relación al orden de las teclas (1,2,3 y 4 de izquierda a derecha) para evitar que las dos opciones favorables o las dos opciones desfavorables quedaran espacialmente aledañas. La alternativa A presentó un color rojo, la alternativa D un color verde, la B un color amarillo y la C un color azul. Después de 28 sesiones de ensayos libres se hizo una reversión que consistió en el cambio de posiciones de las alternativas del orden A,D,B,C al orden D,A,C,B conservando tanto las mismas contingencias descritas anteriormente, como el color asociado. Esta reversión tuvo el propósito de identificar posibles sesgos de posición. Se proporcionaron 5 sesiones de ensayos forzados y posteriormente 28 sesiones en ensayos libres con esta disposición.

Una de las ventajas que ofrece este procedimiento es la simulación en tiempo real de la toma de decisiones, en relación a la forma en que el sujeto determina la incertidumbre de premisas, resultados, así como las consecuencias de recompensas y castigos, a la que apelan algunos autores (Bechara et al., 1994). Así como en la prueba IGT está presente el riesgo de perder los recursos acumulados a lo largo de resultados favorables, en la prueba RGT está presente el riesgo de perder la oportunidad de ganar una mayor cantidad global de reforzadores cuando se incurre en la elección de una alternativa desfavorable (Alternativas C y D) en lugar de las alternativas favorables (A y B), dando como resultado una ganancia total menor de reforzadores por sesión.

Los autores Zeeb et al., (2009) calcularon el número total de pellets que podían obtener los animales si sólo elegían una alternativa en particular durante la sesión de 30 minutos, usando la mínima duración por ensayo de 5 segundos, encontrando que una elección exclusiva de la alternativa A proporcionaría 295 pellets, la elección exclusiva de la alternativa B proporcionaría 411 pellets, la C 135 pellets y la D 99 pellets, de modo que la alternativa B es la alternativa más favorable en la tasa de reforzamiento por unidad de tiempo, la alternativa A es la segunda más favorable, la alternativa C la segunda menos favorable y la alternativa D la menos favorable. Es importante notar que los tiempos de penalización de las respuestas prematuras, los ensayos omitidos y las latencias de respuesta y recolección afectarían las ganancias totales de cada animal, pero no el valor neto de las diferentes opciones en relación con cada una.

Para el análisis de datos se calculó el porcentaje de ensayos en los cuales los animales eligieron una opción en particular multiplicando por 100 la razón del número de ensayos elegidos hacia cada alternativa entre el número total de elecciones realizadas. Se utilizó el porcentaje de elección y no la cantidad de respuestas hacia las alternativas, de modo que la variación individual de la cantidad de ensayos completados no afectara la preferencia de elección. También se calculó el porcentaje de respuestas prematuras

realizadas (respuestas emitidas durante el intervalo de 5 segundos) multiplicando por 100 la razón de la cantidad de respuestas prematuras realizadas entre el número de ensayos iniciados. Se calculó el número ensayos concretados y el número de omisiones, así como las latencias de respuesta y las latencias de recolección del reforzador. Se empleó un ANOVA de medidas repetidas de la media de las últimas cinco sesiones de entrenamiento y las últimas cinco sesiones de reversión para determinar las preferencias de elección con proporción de elección como variable dependiente. La condición (entrenamiento, reversión) y las alternativas fueron los factores intra-sujetos. Se realizó una corrección de contrastes múltiples mediante un análisis post hoc de Bonferroni.

Resultados

Se encontró una tendencia grupal por la elección de la alternativa óptima (B), seguida por la elección de la segunda alternativa más favorable (A), después por la alternativa menos óptima (D) y por último, la segunda alternativa menos favorable (C). Un ANOVA de medidas repetidas de la media de las últimas 5 sesiones de entrenamiento y las últimas 5 sesiones de reversión con Condición (entrenamiento, reversión) y Alternativas (A,B,C,D) como factores intra-sujetos, indicó que el factor Alternativas tuvo un efecto estadísticamente significativo en el porcentaje de elección ($F_{(3, 24)} = 3.982$, $p = .02$; η^2 parcial = 0.332). Dado el resultado del ANOVA, se llevó a cabo una evaluación a través de comparaciones múltiples del promedio de las últimas cinco sesiones de cada una de las alternativas para determinar en dónde estaban las diferencias encontradas en el análisis anterior. Esto se hizo con un análisis post hoc de Bonferroni, el cual mostró que sólo hubo diferencias significativas entre las Alternativas B y C ($p = .017$). El efecto del factor Condición y el efecto de su interacción con el factor Alternativas no fueron estadísticamente significativos ($F_{(1, 8)} = 1.00$, $p = .346$; η^2 parcial = 0.111 y $F_{(3, 24)} = 0.304$, $p = .822$; η^2 parcial = 0.036 respectivamente).

La Figura 3 muestra el porcentaje de elección grupal de las 28 sesiones de entrenamiento y las 28 sesiones de reversión de ensayos libres de todas las palomas a excepción de la paloma IGT4, ya que esta paloma corrió 46 sesiones en la fase de reversión, debido a que en la sesión 27 de la reversión mostró una tendencia a cambiar de preferencia de elección de la alternativa B a la alternativa D. Debido a lo anterior, se proporcionaron sesiones adicionales para observar si esta tendencia continuaba, encontrando que la paloma recuperó su preferencia de elección por la alternativa B.

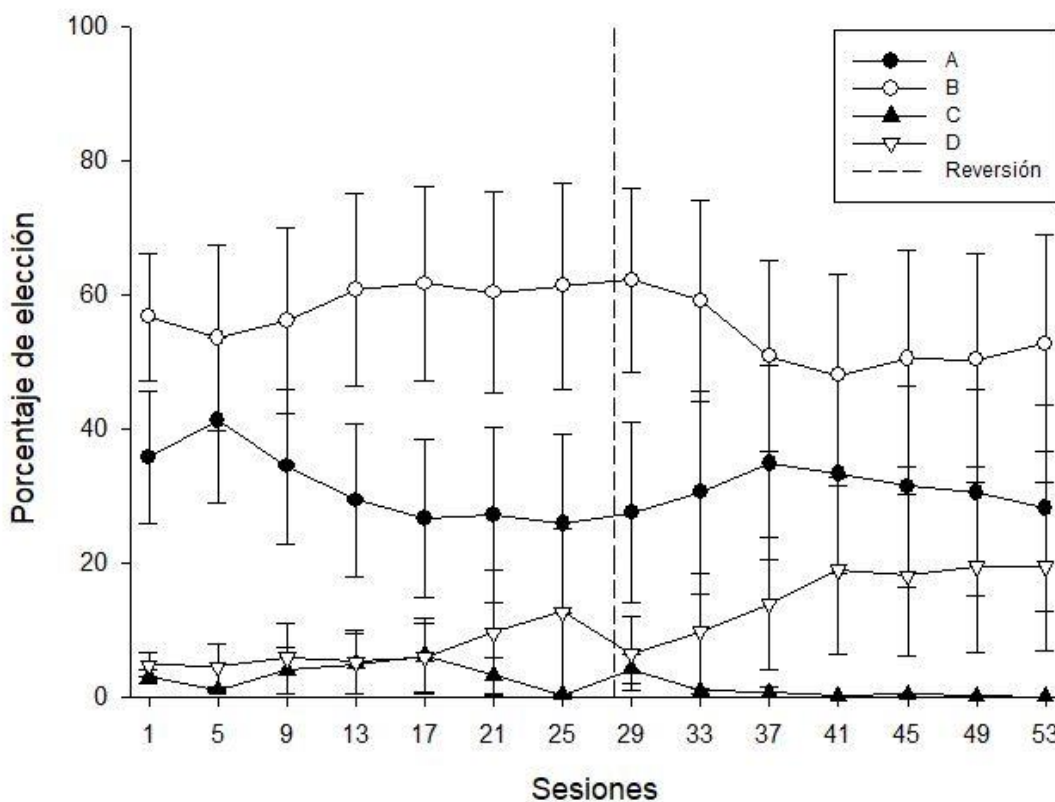


Figura 3. Media del porcentaje de elección grupal y error estándar de las sesiones de ensayos libres en la condición de entrenamiento y reversión. Se muestran bloques de cuatro sesiones. Los círculos blancos representan los datos de la alternativa óptima, los círculos negros de la segunda alternativa más favorable, los triángulos negros representan los datos de la segunda alternativa menos favorable y los triángulos blancos de la alternativa menos óptima. La línea vertical punteada indica la reversión y las líneas verticales continuas indican el error.

De forma individual, se encontró que la mayoría de los animales eligieron las alternativas óptimas (B y A) y recuperaron su preferencia de elección hacia la misma alternativa después de la reversión (IGT1, IGT5, IGT6, IGT7, IGT9) mientras que dos palomas recuperaron su preferencia, pero hacia la segunda alternativa más favorable (La paloma IGT3 cambió de la alternativa B a la alternativa A y la paloma IGT4 cambio de la alternativa A, a la alternativa B). La preferencia de la paloma IGT2 osciló entre las dos alternativas óptimas (A y B), para después cambiar su preferencia por la alternativa menos óptima después de la reversión (D) y la paloma IGT8 eligió la alternativa menos óptima tanto antes como después de la reversión (D). En la figura 4 se observan los datos individuales de cada animal durante las 28 sesiones de entrenamiento y las 28 sesiones de reversión (46 sesiones de reversión para la paloma IGT4).

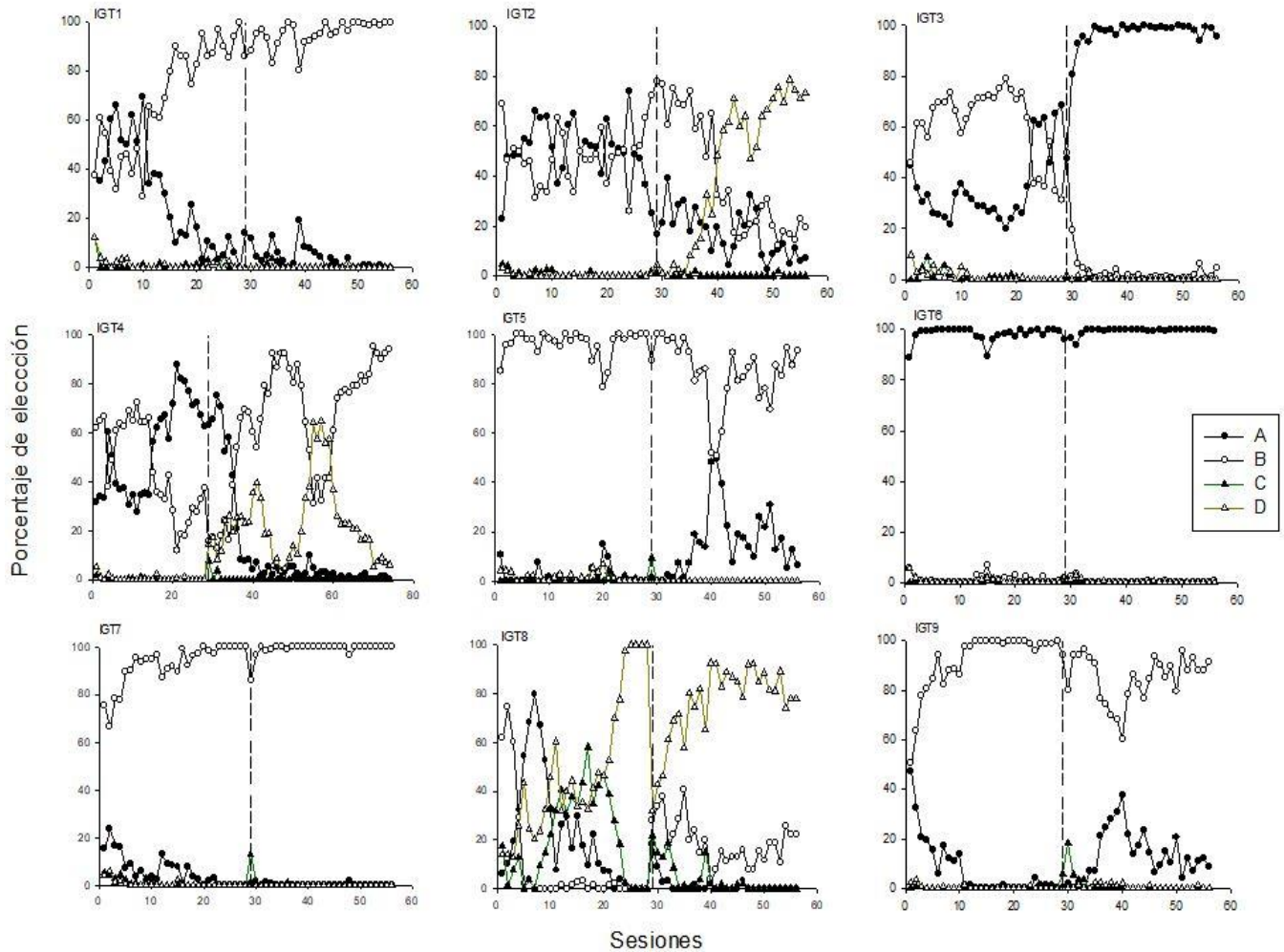


Figura 4. Media del porcentaje de elección individual de las sesiones de ensayos libres en la condición de entrenamiento y reversión. Los círculos blancos representan los datos de la alternativa óptima, los círculos negros de la segunda alternativa más favorable, los triángulos negros representan los datos de la segunda alternativa menos favorable y los triángulos blancos de la alternativa menos óptima. La línea vertical punteada indica la reversión.

En la tabla 2 se muestra la media de los ensayos completados de todas las palomas, las cuales fueron similares antes 100.51 ± 14.94 (media \pm error estándar) y después de la reversión 99.47 ± 14.18 . La media de ensayos omitidos fue 7.07 ± 3.83 en el entrenamiento y 3.36 ± 1.44 en la reversión (media \pm error estándar). La media del porcentaje de repuestas

prematuras se mantuvo alta tanto en la fase de entrenamiento 35.55 ± 5.90 (media \pm error estándar) como en la fase de reversión 37.71 ± 6.03 , al igual que la media de respuestas prematuras en la fase de entrenamiento 65.20 ± 15.34 y la fase de reversión 69.93 ± 14.27 .

Tabla 2

Medidas Conductuales en la prueba Iowa Gambling Task

Ensayos completados		Omisiones		Porcentaje de respuestas prematuras		Cantidad de respuestas prematuras	
Entrenamiento	Reversión	Entrenamiento	Reversión	Entrenamiento	Reversión	Entrenamiento	Reversión
100.51 \pm 14.94	99.47 \pm 14.18	7.07 \pm 3.83	3.36 \pm 1.44	35.55 \pm 5.90	37.71 \pm 6.03	65.20 \pm 15.34	69.93 \pm 14.27

Nota. Los datos están expresados en media y error estándar.

La tabla 3 muestra la media grupal y error estándar de respuestas perseverantes hacia las alternativas y comedero durante la presentación del tiempo fuera en la fase de entrenamiento y en la fase reversión. En promedio los animales tuvieron baja cantidad de respuestas perseverantes hacia todas las alternativas y esto no cambió ni en la fase de entrenamiento ni en la fase de reversión. Las palomas sólo tuvieron respuestas perseverantes hacia la alternativa que proporcionaba el castigo y al comedero, y no hacia otras alternativas.

Tabla 3

Respuestas Perseverantes a las Alternativas Durante el Tiempo Fuera

Opción	Respuestas perseverantes durante el Tiempo Fuera de la alternativa A		Respuestas perseverantes durante el Tiempo Fuera de la alternativa B		Respuestas perseverantes durante el Tiempo Fuera de la alternativa C		Respuestas perseverantes durante el Tiempo Fuera de la alternativa D	
	Entrenamiento	Reversión	Entrenamiento	Reversión	Entrenamiento	Reversión	Entrenamiento	Reversión
A	2.76 ± 1.40	0.80 ± 0.56	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
B	0 ± 0	0 ± 0	6.64 ± 1.87	3.96 ± 1.89	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0.20 ± 0.12	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
D	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0.18 ± 0.12	1.27 ± 1.24
Comedero	0.07 ± 0.07	0 ± 0	7.27 ± 3.89	8.04 ± 4.97	0.53 ± 0.42	0 ± 0	0.40 ± 0.23	1.11 ± 0.75

Nota. Los datos están expresados en media y error estándar.

La tabla 4 muestra la media grupal y error estándar de respuestas perseverantes a las alternativas y al comedero después de la entrega del reforzador, las cuales en promedio se mantuvieron bajas. Tuvieron una media y error estándar de respuestas perseverantes de 0.11 ± 0.06 (media \pm error estándar) a la alternativa A durante el entrenamiento y 1.24 ± 1.24 en la reversión. Para la alternativa B tuvieron una media y error estándar de respuestas perseverantes de 0.93 ± 0.52 durante el entrenamiento y 1.07 ± 1.07 en la reversión. Para la alternativa C tuvieron una media y error estándar de 0.02 ± 0.02 durante el entrenamiento y no tuvieron respuestas perseverantes durante la fase de reversión. Tampoco tuvieron respuestas perseverantes a la alternativa D durante el entrenamiento ni durante la reversión. También se muestra la media grupal y error estándar de las latencias de respuesta y recolección del reforzador en la Tabla 4, las cuales se mantuvieron bajas tanto en la fase de entrenamiento como en la fase de reversión.

Tabla 4

Respuestas Perseverantes después de Reforzamiento, Latencias de Respuesta y Recolección

Opción	Respuestas perseverantes después de reforzamiento		Latencias de respuesta en medianas		Latencias de recolección de reforzador en medianas	
	Entrenamiento	Reversión	Entrenamiento	Reversión	Entrenamiento	Reversión
A	0.11 ± 0.06	1.24 ± 1.24	1.04 ± 0.33	1.08 ± 0.22	1.35 ± 0.39	1.45 ± 0.36
B	0.93 ± 0.52	1.07 ± 1.07	1.79 ± 0.57	1.45 ± 0.23	1.69 ± 0.33	1.73 ± 0.24
C	0.02 ± 0.02	0 ± 0	0.51 ± 0.23	0 ± 0	0.14 ± 0.09	0 ± 0
D	0 ± 0	0 ± 0	0.81 ± 0.60	0.88 ± 0.44	0.22 ± 0.22	0.69 ± 0.35
Comedero	0 ± 0	0 ± 0				

Nota. Los datos están expresados en media y error estándar.

Discusión

Los animales en este estudio en promedio eligieron la alternativa que entrega una mayor cantidad de reforzadores a largo plazo (alternativa B) en relación con las probabilidades de reforzamiento asociadas y la duración de los castigos. Para la fase de reversión, la localización de las alternativas fue cambiada, por lo que la recuperación de la preferencia de elección no se debe a un sesgo de posición. Las alternativas óptimas y las alternativas subóptimas estuvieron separadas espacialmente tanto en la condición de entrenamiento como en la de reversión. Debido a ello, la explicación de que la oscilación de la elección de los animales entre las dos alternativas óptimas o subóptimas se deba a una contigüidad espacial, queda descartada.

Este patrón de elección es parecido al patrón encontrado en ratas donde una porción mayoritaria de roedores muestran en primer lugar, una preferencia de elección por la mejor alternativa (B), y en segundo lugar, una elección por la segunda peor alternativa (C) (Rivalan et al., 2009; Zeeb et al., 2009). En este estudio, las palomas mostraron preferencia en primer lugar por la alternativa más óptima (B) y, en segundo lugar, por la segunda mejor

alternativa (A). Es decir, las palomas en esta prueba se comportan de manera similar a ratas y humanos, cuando no existen problemas de gambling.

Este desempeño en palomas es congruente con los resultados esperados en la hipótesis. La diferencia del desempeño óptimo de las palomas en el presente procedimiento y el deficiente desempeño de las palomas en el procedimiento de elección subóptima nos lleva a plantearnos la interrogante de si ambos procedimientos evalúan distintos rasgos asociados al gambling o si en su lugar, la configuración de los factores y estímulos involucrados en cada procedimiento permite evaluar los mismos rasgos asociados a *gambling*, pero en diferente grado.

Algunos estudios han discutido la posibilidad de que el desempeño deficiente en diferentes procedimientos que evalúan toma de decisiones podría reflejar el mismo rasgo general de impulsividad, como en el caso de descuento temporal y descuento probabilístico (Holt et al., 2003). Además, también se ha propuesto que el juego patológico tipo *gambling* frecuentemente es parte de un diagnóstico comórbido en sujetos con abuso de sustancias, posiblemente debido a que ambos son manifestación de un rasgo subyacente como la impulsividad (Petry, 2001a, 2001b; Petry & Casarella, 1999)

Aunado a esto, la propuesta de que la conducta de elección tipo gambling podría estar mediada entre especies por los mismos procesos relacionados a estímulos condicionados predictores y no predictores de reforzamiento, podría explicar los resultados encontrados en palomas en el presente estudio, ya que se ha demostrado el importante papel que tienen los reforzadores e inhibidores condicionados en el procedimiento de elección subóptima y se ha encontrado que en este procedimiento las palomas eligen de manera óptima cuando la alternativa con menor tasa de reforzamiento no presenta estímulos discriminativos de reforzamiento y de no reforzamiento (T. R. Zentall & Stagner, 2011).

En este sentido, en el procedimiento de lowa aquí implementado no hubo estímulos que permitieran anticipar la entrega de reforzador o la presentación de castigo, por lo que la falta de reforzadores e inhibidores condicionados en las alternativas pudo coadyuvar a un desempeño homólogo al mostrado por las palomas en el procedimiento de elección sub óptima descrito con anterioridad, en el que no se emplearon estímulos que permitieran anticipar la entrega y no entrega de reforzamiento, ya que las palomas ponderarían las elecciones en relación a la tasa relativa de reforzamiento de las diferentes alternativas según el modelo teórico de información temporal (Cunningham & Shahan, 2018).

Debido a que se ha propuesto que el desempeño deficiente en ratas que optan por elegir las alternativas desfavorables en la prueba RGT se debe a una mayor sensibilidad a las magnitudes de reforzamiento (Rivalan et al., 2009) así como una preferencia por la gratificación inmediata y que, el desempeño deficiente de palomas en el procedimiento de elección sub óptima se debe a una menor sensibilidad hacia el inhibidor condicionado en la alternativa discriminativa (Laude et al., 2014), a diferencia de las ratas que sí muestran sensibilidad hacia él (Trujano et al., 2016), resulta importante diferenciar la entrega de reforzador de la presentación de castigo en la prueba IGT y determinar si las palomas cambian su preferencia hacia las alternativas desfavorables.

De manera similar, resulta importante evaluar el desempeño de los mismos animales en ambos procedimientos y comparar los datos, ya que, en un estudio piloto preliminar al presente trabajo, utilizando 4 palomas con historial experimental en procedimientos de elección subóptima, mostró que éstas tuvieron un desempeño subóptimo en la prueba IGT (datos no mostrados), lo cual contrasta con el desempeño óptimo de las palomas en el presente estudio. Es posible que la experiencia previa de los animales en el estudio piloto haya coadyuvado a una deficiente discriminación de los tiempos fuera en la prueba IGT y que esto se haya visto reflejado en su elección en las sesiones de ensayos libres. Lo anterior podría ser indicativo de diferentes fuentes de optimalidad y

suboptimalidad entre procedimientos, por ello, los presentes resultados adquieren gran relevancia por sí solos y también adquieren consideración para su futura comparación con otros procedimientos que modelan conducta tipo *gambling*.

Otro aspecto importante a considerar es que en la prueba IGT la mayoría de ratas aprenden a elegir las alternativas favorables mientras una porción menor elige las alternativas desfavorables (de Visser et al., 2011; Rivalan et al., 2009, 2013; Zeeb et al., 2009), así como en el procedimiento de elección sub óptima la mayoría de las palomas eligen la alternativa desfavorable y una porción menor elige la alternativa óptima. En el presente estudio la mayoría de los animales eligieron las alternativas óptimas (siete) mientras que dos eligieron las alternativas desfavorables (la paloma IGT2 tuvo preferencia por la alternativa D después de la reversión y la paloma IGT8 tuvo preferencia por la misma alternativa tanto en fase de entrenamiento como en fase de reversión. En este sentido, la consideración de las diferencias individuales en estos procedimientos y su correlación, parece una posibilidad viable para entender la conducta sub óptima y para acercarnos cada vez más a un adecuado modelo de conducta de *gambling* (Orduña & Alba, 2019; Rivalan et al., 2009).

Es importante notar que aunque las palomas en promedio no tuvieron elección subóptima, sí presentaron un porcentaje alto de respuestas prematuras en comparación con el porcentaje que tienen las ratas en el mismo procedimiento, por lo que se podría decir que, aunque las palomas no mostraron elección impulsiva, sí mostraron acción impulsiva (Zeeb et al., 2009). El número de repuestas perseverantes durante la presentación del tiempo fuera y después de la entrega del reforzador, se mantuvieron bajas en todos los animales, al igual que repuestas perseverantes reportadas en ratas (Zeeb et al., 2009).

Las pocas respuestas durante la presentación del tiempo fuera, exclusivamente hacia la tecla asociada y no a otras, podrían explicarse como atracción que genera la luz parpadeante que indica el castigo, aunque también podrían tener otra función. Por ejemplo,

estas respuestas podrían ser un correlato de búsqueda de otra opción de elección para cancelar la situación actual. Es decir, si se les presentara a las palomas la opción de escapar a la penalización de la presentación de un tiempo fuera, posiblemente elegirían escapar para buscar otra opción. Modelos ecológicos han puntualizado que una de las posibles explicaciones de por qué las palomas eligen de manera desfavorable en el procedimiento de elección sub óptima, se encuentra en las características procedimentales (Vasconcelos et al., 2015). Estos autores indican que, en el ambiente natural de las palomas, la información respecto a la probabilidad de si una presa estará disponible o no (análogo a los estímulos discriminativos que señalan reforzamiento o no reforzamiento) tiene gran relevancia en todo momento en la elección, ya que la búsqueda de la presa sería abortada si ésta tiene grandes oportunidades de escapar y los esfuerzos se usarían para buscar otras opciones. Bajo este argumento, la idea de que las respuestas perseverantes de las palomas durante la presentación de los tiempos fuera son un correlato de un intento por abandonar la situación actual desfavorable en la prueba IGT, parece plausible.

También bajo este mismo argumento se explica por qué las palomas en el presente estudio eligen de manera óptima, ya que, al no haber estímulos predictores y no predictores de reforzamiento, aprenderían a evitar las alternativas poco favorables durante las sesiones de ensayos forzados, haciendo contacto directo con las contingencias asociadas a todas las alternativas, para después elegir las alternativas óptimas durante las sesiones de ensayos libres. Esto explica por qué algunas palomas muestran una preferencia de elección desde las primeras sesiones de ensayos libres.

Aunado a lo anterior, si se les diera la opción de escapar a la penalización, pero dicha opción estuviera acompañada de riesgo por terminar en una situación aún menos favorable, y si dicho riesgo aumentara conforme se elige escapar de la penalización, ¿Qué elegirían las palomas? Este aspecto podría evaluarse con la adaptación del procedimiento *Lose Chasing Behavior* en palomas, el cual evalúa la incurrencia en cometer conducta de

gambling para recuperar pérdidas, algo que no se ha realizado hasta la fecha y que resultaría interesante llevar a cabo dado que, la elección persistente del animal por la opción de escape acompañada de un mayor riesgo de terminar en una situación menos favorable a la situación actual, ha sido considerada como un rasgo de impulsividad y un rasgo de conducta tipo *gambling* (Robert D. Rogers et al., 2013). La adaptación de ese procedimiento en palomas junto con los datos de la prueba IGT, son una alternativa viable para dilucidar esta interrogante.

Sumado a las ventajas que representa una prueba capaz de simular en tiempo real la toma de decisiones, en relación a la forma en que el sujeto determina la incertidumbre de premisas, resultados, así como las consecuencias de recompensas y castigos, se suma la ventaja de la incapacidad de calcular las ganancias o pérdidas netas de cada set por parte de los sujetos en la prueba IGT, por lo que se podría pensar que el desempeño en esta prueba depende en gran medida de la capacidad que tienen los sujetos en desarrollar una estimación de cuáles sets resultarían rentables a lo largo de la prueba y cuáles resultarían riesgosos; aspectos que se sopesan en la toma de decisiones en la vida diaria en humanos (Bechara et al., 1994), en roedores y palomas, según los presentes datos.

Lo anterior sugiere que los animales han optado por una estrategia de elección que implica omitir las alternativas que ofrecen una gratificación grande con baja probabilidad por ensayo y en su lugar, han optado por elegir aquellas alternativas que ofrecen una gratificación menor con una mayor probabilidad que resulta favorable a largo plazo. Esto puede visualizarse como una demora de gratificación, en cuanto a que las palomas sacrifican la oportunidad de recibir una gratificación grande por ensayo y en su lugar optan por una estrategia que les permita obtener una ganancia pequeña pero constante a lo largo de la sesión que, al final, resulta en una mayor ganancia neta.

Este patrón de elección descarta la posibilidad de que los animales elijan debido a una mayor sensibilidad a magnitudes de reforzamiento, sino que en su lugar, una

ponderación influenciada por la tasa relativa de reforzamiento da cuenta del desempeño óptimo obtenido en este procedimiento y es congruente con resultados obtenidos en procedimientos de elección subóptima en los que se omiten los estímulos discriminativos de reforzamiento y no reforzamiento y las palomas ponderan su elección en función de la tasa relativa de reforzamiento, además de ser congruente con modelos de elección como el modelo teórico de información temporal.

Un cuestionamiento que se hacen los autores Bechara et al., (1994) es el por qué los sujetos con daño en la corteza prefrontal ventromedial eligen alternativas asociadas con un reforzador grande e inmediato pero también asociadas con un castigo grande demorado, a lo que dan tres posibles explicaciones (1) dichos sujetos son tan sensibles a los reforzadores que el prospecto de un castigo futuro se ve mermado por la ganancia inmediata; (2) los sujetos son insensibles a los castigos, por lo que el prospecto de reforzamiento está siempre presente; (3) los sujetos son insensibles a consecuencias futuras, tanto a consecuencias negativas como positivas, por lo que su conducta está guiada por consecuencias inmediatas.

Como logra apreciarse, estas interrogantes pueden elucidarse tomando en consideración los estudios que implementan diferentes procedimientos conductuales para emular aspectos del *gambling*, esto debido a que dichos cuestionamientos también resultan relevantes en este campo de estudio dado la estrecha relación que existe entre los trastornos de toma de decisiones y los rasgos que acompañan al comportamiento mal adaptativo tipo *gambling* como la impulsividad, incapacidad de demorar gratificación y sensibilidad al reforzamiento.

En particular, la implementación de la prueba IGT en palomas cumple con los objetivos propuestos en el presente estudio, es decir, proporciona información valiosa sobre el desempeño de las palomas en este procedimiento por primera vez (especie propuesta como modelo de laboratorio de *gambling*) y abre las puertas a futuros estudios que

correlacionen los datos encontrados con otros procedimientos que modelan *gambling*, para determinar si se evalúan los mismos rasgos de impulsividad asociadas a este tipo de toma de decisiones y si en dichos procedimientos se encuentran las mismas fuentes de optimalidad y suboptimalidad.

Mirar entre los diferentes procedimientos que evalúan aspectos similares relacionados con *gambling* tiene importantes ventajas. Primero, permite dar validez convergente a los procedimientos experimentales al evaluar patrones conductuales similares en las diferentes pruebas, así como al identificar factores comunes entre procedimientos que favorecen el mismo comportamiento, los cuales coadyuvarán a desarrollar intervenciones clínicas más efectivas. Ya en el estudio de los autores de Visser et al., (2011) se discutía el beneficio de integrar los hallazgos de los diferentes procedimientos que evalúan aspectos de *gambling*.

En este sentido, la comparación de los resultados encontrados en el presente estudio con los resultados encontrados en otros procedimientos que evalúan toma de decisiones y en particular, juego patológico, pueden dar luz sobre las fuentes de optimalidad y suboptimalidad comunes entre procedimientos. Por ejemplo, los resultados obtenidos en el presente estudio permiten inferir que la optimalidad de las palomas en este procedimiento se debe a una ponderación de la tasa relativa de reforzamiento, así como ocurre en procedimientos de elección subóptima cuando no se incorporan estímulos discriminativos en las alternativas, y se propone que la incorporación de estos estímulos en la prueba IGT propiciarían una elección subóptima. Siendo estos estímulos predictores y no predictores de reforzamiento una fuente común de suboptimalidad en ambos procedimientos.

La comparación de procedimientos que evalúan mismos rasgos conductuales también puede coadyuvar a la identificación de unidades funcionales y estructuras implicadas en la toma de decisiones y en particular, toma de decisiones tipo *gambling*. Por ejemplo, se sabe que las áreas orbitofrontales son críticas para el descuento de demoras y

la actualización en el valor de los reforzadores (McClure et al., 2004; O'Doherty et al., 2003), así como la evaluación de los reforzadores entregados de manera inmediata contra los reforzadores entregados de manera demorada (McClure et al., 2004; O'Doherty et al., 2001). La identificación de estas unidades funcionales en ratas y palomas permitiría dar mayor sustento a la propuesta que postula un mecanismo general de toma de decisiones entre especies.

Resulta evidente la importancia de investigar componentes o estructuras específicas que subyacen a la toma de decisiones, pero algo que resulta igual de importante y no es tan evidente, es la importancia de ir más allá de manipulaciones específicas para así simular de mejor manera aquellas condiciones del mundo real que dan origen a trastornos de impulsividad (Barrus et al., 2015). Bajo este argumento, la implementación de la prueba IGT en este estudio, además de simular en una caja experimental diferentes características del forrajeo natural en las palomas, también permite situar a esta especie en un continuo con la investigación realizada en la toma de decisiones en otras especies como ratas y humanos, y abre nuevas posibilidades de investigación en este tema.

Referencias

- Ainslie, G. (1975). Specious reward: A behavioral theory of impulsiveness and impulse control. In *Psychological Bulletin* (Vol. 82, Issue 4, pp. 463–496). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/h0076860>
- Ainslie, G. W. (1974). IMPULSE CONTROL IN PIGEONS¹. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21(3), 485–489. <https://doi.org/10.1901/jeab.1974.21-485>
- Alessi, S. M., & Petry, N. M. (2003). Pathological gambling severity is associated with impulsivity in a delay discounting procedure. *Behavioural Processes*, 64(3), 345–354. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(03\)00150-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0376-6357(03)00150-5)

- Apkarian, A. V., Sosa, Y., Krauss, B. R., Thomas, P. S., Fredrickson, B. E., Levy, R. E., Harden, R. N., & Chialvo, D. R. (2004). Chronic pain patients are impaired on an emotional decision-making task. *Pain, 108*(1), 129–136.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pain.2003.12.015>
- Barnes, G. M., Welte, J. W., Hoffman, J. H., & Dintcheff, B. A. (1999). Gambling and alcohol use among youth: Influences of demographic, socialization, and individual factors. *Addictive Behaviors, 24*(6), 749–767.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0306-4603\(99\)00048-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0306-4603(99)00048-9)
- Barrus, M. M., Hosking, J. G., Zeeb, F. D., Tremblay, M., & Winstanley, C. A. (2015). Disadvantageous decision-making on a rodent gambling task is associated with increased motor impulsivity in a population of male rats. *Journal of Psychiatry & Neuroscience : JPN, 40*(2), 108–117. <https://doi.org/10.1503/jpn.140045>
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*.
[https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90018-3)
- Bechara, A., Damasio, H., & Damasio, A. R. (2000). Emotion, Decision Making and the Orbitofrontal Cortex. *Cerebral Cortex, 10*(3), 295–307.
<https://doi.org/10.1093/cercor/10.3.295>
- Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A. R., & Lee, G. P. (1999). Different Contributions of the Human Amygdala and Ventromedial Prefrontal Cortex to Decision-Making. *The Journal of Neuroscience, 19*(13), 5473 LP – 5481.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.19-13-05473.1999>
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding Advantageously Before Knowing the Advantageous Strategy. *Science, 275*(5304), 1293 LP – 1295.
<https://doi.org/10.1126/science.275.5304.1293>
- BLASZCZYNSKI, A., STEEL, Z., & McCONAGHY, N. (1997). Impulsivity in pathological

- gambling: the antisocial impulsivist. *Addiction*, *92*(1), 75–87.
<https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.1997.tb03639.x>
- Chow, J. J., Smith, A. P., Wilson, A. G., Zentall, T. R., & Beckmann, J. S. (2017). Suboptimal choice in rats: Incentive salience attribution promotes maladaptive decision-making. *Behavioural Brain Research*, *320*, 244–254.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bbr.2016.12.013>
- Cunningham, P. J., & Shahan, T. A. (2018). Suboptimal choice, reward-predictive signals, and temporal information. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, *44*(1), 1–22. <https://doi.org/10.1037/xan0000160>
- Cunningham, P. J., & Shahan, T. A. (2019). Rats engage in suboptimal choice when the delay to food is sufficiently long. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, *45*(3), 301–310. <https://doi.org/10.1037/xan0000211>
- de Visser, L., Homberg, J., Mitsogiannis, M., Zeeb, F., Rivalan, M., Fitoussi, A., Galhardo, V., van den Bos, R., Winstanley, C., & Dellu-Hagedorn, F. (2011). Rodent Versions of the Iowa Gambling Task: Opportunities and Challenges for the Understanding of Decision-Making . In *Frontiers in Neuroscience* (Vol. 5, p. 109).
<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnins.2011.00109>
- Green, L., Fristoe, N., & Myerson, J. (1994). Temporal discounting and preference reversals in choice between delayed outcomes. *Psychonomic Bulletin & Review*, *1*(3), 383–389. <https://doi.org/10.3758/BF03213979>
- Holt, D. D., Green, L., & Myerson, J. (2003). Is discounting impulsive?: Evidence from temporal and probability discounting in gambling and non-gambling college students. *Behavioural Processes*, *64*(3), 355–367. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(03\)00141-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0376-6357(03)00141-4)
- Inglis, I. R., Langton, S., Forkman, B., & Lazarus, J. (2001). An information primacy model of exploratory and foraging behaviour. *Animal Behaviour*, *62*(3), 543–557.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1006/anbe.2001.1780>

Laude, J. R., Stagner, J. P., & Zentall, T. R. (2014). Suboptimal choice by pigeons may result from the diminishing effect of nonreinforcement. In *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition* (Vol. 40, Issue 1, pp. 12–21). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/xan0000010>

López, P., Alba, R., & Orduña, V. (2018). Individual differences in incentive salience attribution are not related to suboptimal choice in rats. *Behavioural Brain Research*, *341*, 71–78. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.12.028>

Martínez, M., Alba, R., Rodríguez, W., & Orduña, V. (2017). Incentive salience attribution is not the sole determinant of suboptimal choice in rats: Conditioned inhibition matters. *Behavioural Processes*, *142*, 99–105. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.beproc.2017.06.012>

McClure, S. M., Laibson, D. I., Loewenstein, G., & Cohen, J. D. (2004). Separate Neural Systems Value Immediate and Delayed Monetary Rewards. *Science*, *306*(5695), 503 LP – 507. <https://doi.org/10.1126/science.1100907>

Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. I. (1989). Delay of gratification in children. *Science*, *244*(4907), 933 LP – 938. <https://doi.org/10.1126/science.2658056>

Molet, M., Miller, H. C., Laude, J. R., Kirk, C., Manning, B., & Zentall, T. R. (2012). Decision making by humans in a behavioral task: Do humans, like pigeons, show suboptimal choice? *Learning & Behavior*, *40*(4), 439–447. <https://doi.org/10.3758/s13420-012-0065-7>

O'Doherty, J., Kringelbach, M. L., Rolls, E. T., Hornak, J., & Andrews, C. (2001). Abstract reward and punishment representations in the human orbitofrontal cortex. *Nature Neuroscience*, *4*(1), 95–102. <https://doi.org/10.1038/82959>

O'Doherty, J., Critchley, H., Deichmann, R., & Dolan, R. J. (2003). Dissociating Valence of Outcome from Behavioral Control in Human Orbital and Ventral Prefrontal

Cortices. *The Journal of Neuroscience*, 23(21), 7931 LP – 7939.

<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.23-21-07931.2003>

Orduña, V., & Alba, R. (2019). Rats' optimal choice behavior in a gambling-like task.

Behavioural Processes, 162, 104–111.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.beproc.2019.02.002>

Pais-Vieira, M., Lima, D., & Galhardo, V. (2007). Orbitofrontal cortex lesions disrupt risk

assessment in a novel serial decision-making task for rats. *Neuroscience*, 145(1),

225–231. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2006.11.058>

Petry, N. M. (2001a). Pathological gamblers, with and without substance use disorders, discount delayed rewards at high rates. In *Journal of Abnormal Psychology* (Vol. 110, Issue 3, pp. 482–487). American Psychological Association.

<https://doi.org/10.1037/0021-843X.110.3.482>

Petry, N. M. (2001b). Substance abuse, pathological gambling, and impulsiveness. *Drug*

and Alcohol Dependence, 63(1), 29–38. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0376-](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0376-8716(00)00188-5)

[8716\(00\)00188-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0376-8716(00)00188-5)

Petry, N. M. (2012). Discounting of probabilistic rewards is associated with gambling

abstinence in treatment-seeking pathological gamblers. In *Journal of Abnormal Psychology* (Vol. 121, Issue 1, pp. 151–159). American Psychological Association.

<https://doi.org/10.1037/a0024782>

Petry, N. M., & Armentano, C. (1999). Prevalence, Assessment, and Treatment of

Pathological Gambling: A Review. *Psychiatric Services*, 50(8), 1021–1027.

<https://doi.org/10.1176/ps.50.8.1021>

Petry, N. M., & Casarella, T. (1999). Excessive discounting of delayed rewards in

substance abusers with gambling problems. *Drug and Alcohol Dependence*, 56(1),

25–32. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0376-8716\(99\)00010-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0376-8716(99)00010-1)

Potenza, M. (2013). How central is dopamine to pathological gambling or gambling

disorder? . In *Frontiers in Behavioral Neuroscience* (Vol. 7, p. 206).

<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnbeh.2013.00206>

Pyke, G. H., Pulliam, H. R., & Charnov, E. L. (1977). Optimal Foraging: A Selective Review of Theory and Tests. *The Quarterly Review of Biology*, 52(2), 137–154.

<https://doi.org/10.1086/409852>

Rachlin, H. (1974). Self-Control. *Behaviorism*, 2(1), 94–107.

<http://www.jstor.org/stable/27758811>

Rachlin, H., & Green, L. (1972). COMMITMENT, CHOICE AND SELF-CONTROL1.

Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 17(1), 15–22.

<https://doi.org/10.1901/jeab.1972.17-15>

Rivalan, M., Ahmed, S. H., & Dellu-Hagedorn, F. (2009). Risk-Prone Individuals Prefer the Wrong Options on a Rat Version of the Iowa Gambling Task. *Biological Psychiatry*,

66(8), 743–749. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2009.04.008>

Rivalan, M., Valton, V., Seriès, P., Marchand, A. R., & Dellu-Hagedorn, F. (2013).

Elucidating poor decision-making in a rat gambling task. *PLoS ONE*, 8(12).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082052>

Rogers, R D, Everitt, B. J., Baldacchino, A., Blackshaw, A. J., Swainson, R., Wynne, K.,

Baker, N. B., Hunter, J., Carthy, T., Booker, E., London, M., Deakin, J. F. W.,

Sahakian, B. J., & Robbins, T. W. (1999). Dissociable Deficits in the Decision-Making Cognition of Chronic Amphetamine Abusers, Opiate Abusers, Patients with Focal

Damage to Prefrontal Cortex, and Tryptophan-Depleted Normal Volunteers: Evidence for Monoaminergic Mechanisms. *Neuropsychopharmacology*, 20(4), 322–339.

[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0893-133X\(98\)00091-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0893-133X(98)00091-8)

Rogers, Robert D., Wong, A., McKinnon, C., & Winstanley, C. A. (2013). Systemic

administration of 8-OH-DPAT and eticlopride, but not SCH23390, alters loss-chasing behavior in the rat. *Neuropsychopharmacology*. <https://doi.org/10.1038/npp.2013.8>

- Saver, J. L., & Damasio, A. R. (1991). Preserved access and processing of social knowledge in a patient with acquired sociopathy due to ventromedial frontal damage. *Neuropsychologia*, 29(12), 1241–1249. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0028-3932\(91\)90037-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0028-3932(91)90037-9)
- Shaffer, H. J., Hall, M. N., & Vander Bilt, J. (1999). Estimating the prevalence of disordered gambling behavior in the United States and Canada: a research synthesis. *American Journal of Public Health*, 89(9), 1369–1376. <https://doi.org/10.2105/AJPH.89.9.1369>
- Smith, A. P., Hofford, R. S., Zentall, T. R., & Beckmann, J. S. (2018). The role of 'jackpot' stimuli in maladaptive decision-making: dissociable effects of D1/D2 receptor agonists and antagonists. *Psychopharmacology*, 235(5), 1427–1437. <https://doi.org/10.1007/s00213-018-4851-6>
- Spunt, B. (2002). PATHOLOGICAL GAMBLING AND SUBSTANCE MISUSE. *Substance Use & Misuse*, 37(8–10), 1299–1304. <https://doi.org/10.1081/JA-120004186>
- Stagner, J. P., & Zentall, T. R. (2010). Suboptimal choice behavior by pigeons. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17(3), 412–416. <https://doi.org/10.3758/PBR.17.3.412>
- Steel, Z., & Blaszczynski, A. (1998). Impulsivity, personality disorders and pathological gambling severity. *Addiction*, 93(6), 895–905. <https://doi.org/10.1046/j.1360-0443.1998.93689511.x>
- Toplak, M. E., Sorge, G. B., Benoit, A., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2010). Decision-making and cognitive abilities: A review of associations between Iowa Gambling Task performance, executive functions, and intelligence. *Clinical Psychology Review*, 30(5), 562–581. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2010.04.002>
- Trujano, R. E., López, P., Rojas-Leguizamón, M., & Orduña, V. (2016). Optimal behavior by rats in a choice task is associated to a persistent conditioned inhibition effect. *Behavioural Processes*, 130, 65–70.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.07.005>

Trujano, R. E., & Orduña, V. (2015). Rats are optimal in a choice task in which pigeons are not. *Behavioural Processes*, *119*, 22–27.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.beproc.2015.07.010>

van den Bos, R., Lasthuis, W., den Heijer, E., van der Harst, J., & Spruijt, B. (2006).

Toward a rodent model of the Iowa gambling task. *Behavior Research Methods*, *38*(3), 470–478. <https://doi.org/10.3758/BF03192801>

Vasconcelos, M., Monteiro, T., & Kacelnik, A. (2015). Irrational choice and the value of information. *Scientific Reports*, *5*(1), 13874. <https://doi.org/10.1038/srep13874>

Vitaro, F., Arseneault, L., & Tremblay, R. E. (1997). Dispositional Predictors of Problem Gambling in Male Adolescents. *American Journal of Psychiatry*, *154*(12), 1769–1770.

<https://doi.org/10.1176/ajp.154.12.1769>

Vitaro, F., Ferland, F., Jacques, C., & Ladouceur, R. (1998). Gambling, substance use, and impulsivity during adolescence. *Psychology of Addictive Behaviors*, *12*(3), 185–

194. <https://doi.org/10.1037/0893-164X.12.3.185>

Welte, J. W., Wieczorek, W. F., Barnes, G. M., Tidwell, M.-C., & Hoffman, J. H. (2004).

The Relationship of Ecological and Geographic Factors to Gambling Behavior and Pathology. *Journal of Gambling Studies*, *20*(4), 405–423.

<https://doi.org/10.1007/s10899-004-4582-y>

Zeeb, F. D., Baarendse, P. J. J., Vanderschuren, L. J. M. J., & Winstanley, C. A. (2015).

Inactivation of the prelimbic or infralimbic cortex impairs decision-making in the rat gambling task. *Psychopharmacology*, *232*(24), 4481–4491.

<https://doi.org/10.1007/s00213-015-4075-y>

Zeeb, F. D., Li, Z., Fisher, D. C., Zack, M. H., & Fletcher, P. J. (2017). Uncertainty

exposure causes behavioural sensitization and increases risky decision-making in male rats: toward modelling gambling disorder. *Journal of Psychiatry &*

- Neuroscience : JPN*, 42(6), 404–413. <https://doi.org/10.1503/jpn.170003>
- Zeeb, F. D., Robbins, T. W., & Winstanley, C. A. (2009). Serotonergic and Dopaminergic Modulation of Gambling Behavior as Assessed Using a Novel Rat Gambling Task. *Neuropsychopharmacology*, 34(10), 2329–2343. <https://doi.org/10.1038/npp.2009.62>
- Zeeb, F. D., & Winstanley, C. A. (2011). Lesions of the Basolateral Amygdala and Orbitofrontal Cortex Differentially Affect Acquisition and Performance of a Rodent Gambling Task. *The Journal of Neuroscience*, 31(6), 2197 LP – 2204. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5597-10.2011>
- Zeeb, F. D., & Winstanley, C. A. (2013). Functional Disconnection of the Orbitofrontal Cortex and Basolateral Amygdala Impairs Acquisition of a Rat Gambling Task and Disrupts Animals' Ability to Alter Decision-Making Behavior after Reinforcer Devaluation. *The Journal of Neuroscience*, 33(15), 6434 LP – 6443. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3971-12.2013>
- Zeeb, F. D., Wong, A. C., & Winstanley, C. A. (2013). Differential effects of environmental enrichment, social-housing, and isolation-rearing on a rat gambling task: Dissociations between impulsive action and risky decision-making. *Psychopharmacology*, 225(2), 381–395. <https://doi.org/10.1007/s00213-012-2822-x>
- Zentall, T. (2016). An Animal Model of Human Gambling . In *International Journal of Psychological Research* (Vol. 9, pp. 96–112). scieloco .
- Zentall, T. R., & Stagner, J. (2011). Maladaptive choice behaviour by pigeons: an animal analogue and possible mechanism for gambling (sub-optimal human decision-making behaviour). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1709), 1203–1208. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1607>