

DESCUENTO TEMPORAL, PROBABILÍSTICO Y POR ESFUERZO CON CONTINGENCIAS VIRTUALES EN NIÑOS

DELAY, PROBABILITY, AND EFFORT DISCOUNTING WITH VIRTUAL CONTINGENCIES IN CHILDREN

Gisel G. Escobar^{1,2}, Alma Luisa López Fuentes¹, Silvia Morales
Chainé¹, Indira Paz García Vera¹, Leslie Esmeralda Mendoza
Salas¹ y Mariela Teresa Salomón Castillo¹

¹Facultad de Psicología, Universidad
Nacional Autónoma de México

²Facultad de Estudios Superiores Iztacala,
Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

Existe evidencia de las variables que afectan el valor subjetivo de recompensas, sin embargo, la comparación de procesos de elección en niños es limitada. El objetivo del estudio fue comparar el descuento temporal, probabilístico y por esfuerzo en niños, mediante contingencias virtuales. Se utilizó un diseño intrasujeto en el que participaron 34 niños.

Se agradece la colaboración para la recolección de datos a Ángel Peña, Carlos Palomero, Cristy Sánchez, Jennyfer Bárcenas, Enrique Ortega, Laura de la Rosa, Fernanda de la Cruz, Mariely Garrido, Ruth García, Sandra Ferrer, Sandra Moreno, Sofía Moreno y Zyanya García. Gracias a Carlos Palomero y Alma López por la programación del código de las tareas experimentales. Investigación realizada gracias al Programa UNAM-PAPIIT IN304418, financiamiento otorgado al tercer autor. Dirigir correspondencia a: Silvia Morales Chainé. Avenida Universidad 3004, Delegación Coyoacán, Col. Copilco Universidad, 04510, Ciudad de México. Correo electrónico: smchaine@gmail.com

Los ensayos de elección se presentaron con el procedimiento de ajuste de la cantidad, con cuatro ensayos por cada uno de los cinco niveles de demoras, probabilidades en contra y esfuerzos. Los resultados mostraron diferentes mecanismos de elección en función del costo asociado a la entrega de las recompensas. El análisis intrasujeto del ajuste del modelo hiperboloide a los datos, reveló falta de correspondencia con el nivel de ajuste grupal, lo que sugiere que la variabilidad individual forma parte del fenómeno general de descuento. Un análisis factorial agrupó los puntos de indiferencia en dos factores. El presente estudio expande la investigación sobre la devaluación de recompensas virtuales, procesos de elección que emergen por las variables contextuales, así como las implicaciones del nivel de análisis individual que arroja mayor información de la complejidad del comportamiento de elección.

Palabras clave: descuento temporal, descuento probabilístico, descuento por esfuerzo, contingencias virtuales, niños

Abstract

There is evidence of the variables that affect the subjective value of rewards; however, the comparison of choice processes in children is limited. This study aimed to compare delay, probability, and effort discounting in children through virtual contingencies. A within-subject design was used with 34 children. Choice trials were presented using the adjusting amount procedure, with four trials for each of the five levels of the delays, odds against, and efforts. The results show different mechanisms of choice behavior based on the cost associated with the delivery of the rewards. The within-subject analysis of the fit of the hyperboloid model to the data revealed a lack of correspondence with the group's fit, which suggests the within-subject variability is part of the general discounting phenomenon. A factorial analysis organized the indifference points in two factors. The present study expands the research on the evaluation of virtual rewards, choice processes that emerge from contextual variables, as well as the implications for the

level of individual analysis which provides more information on the complexity of choice behavior.

Key words: delay discounting, probability discounting, effort discounting, virtual contingencies, children

Amplia evidencia ha mostrado que la disminución del valor subjetivo de un resultado (recompensa o evento aversivo) es función de variables contextuales (Bickel, et al., 2015), lo que ha dado lugar a sugerir que el constructo de *impulsividad* es multifacético, el cual puede comprender diferentes mecanismos de elección (Green & Myerson, 2013, 2019). El proceso por el cual las recompensas demoradas pierden su valor, ha sido referido como descuento temporal o *impaciencia*. Por otro lado, el mecanismo por el cual recompensas probables de obtener pierden su valor, es denominado descuento probabilístico o *aversión al riesgo* (Rachlin et al., 1991; Green & Myerson, 2013); ambos han sido ampliamente documentados en el área de descuento. Además, nuevas líneas de investigación han estudiado la relación funcional del incremento de esfuerzo (trabajo) en la devaluación de recompensas (Białaszek et al., 2019; Mitchell, 2004; Ostaszewski, et al., 2013), fenómeno llamado descuento por esfuerzo. Los hallazgos generales apuntan a que la manera en que el valor subjetivo de una recompensa pierde su valor, está en función del costo asociado: demora, probabilidad y esfuerzo (Białaszek et al., 2019).

A diferencia del descuento temporal y probabilístico, en los que se emplea una sola unidad para determinar los incrementos del costo: tiempo y probabilidades en contra [i.e., promedio de las pérdidas esperadas para obtener una recompensa (Rachlin, 1993; Rachlin et al., 1991)], respectivamente, el esfuerzo se puede definir constitutivamente como la existencia de un comportamiento particular a realizar, donde el investigador asigna diferentes niveles posibles de trabajo como requerimientos conductuales para obtener un beneficio (Santoyo & Colmenares, 2011). La definición topográfica del esfuerzo está en función del tipo de conducta a observar y medir, por ejemplo, rea-

lizar fuerza (Mitchell, 2004) o realizar un cierto número de conductas (Białaszek et al., 2019) para obtener un resultado.

En las tareas tradicionales de descuento con ganancias monetarias hipotéticas, se muestran dos alternativas: A y B, donde una representa la recompensa pequeña de entrega inmediata/segura/con poco esfuerzo (ajustable), mientras que la otra expresa la recompensa grande entregada con cierta demora/riesgo/con mayor esfuerzo (fija). Las alternativas se presentan a lo largo de bloques de ensayos, con el fin de obtener la variable dependiente o el punto de indiferencia, el cual representa el punto en que las alternativas A y B son igualmente elegidas (Green & Myerson, 2013).

Uno de los intereses principales en el estudio de las variables que afectan el valor subjetivo de una recompensa, es determinar el modelo teórico que mejor describe los puntos de indiferencia, debido a que los modelos tienen diferentes implicaciones acerca del comportamiento de elección (Aparicio, 2015). Existen diversas funciones matemáticas para estimar la forma curvilínea del descuento, sin embargo, el modelo hiperboloide propuesto por Myerson y Green (1995) ha reflejado una mayor proporción de varianza explicada para los datos de descuento temporal con humanos (Aparicio, 2015), motivo por el que será empleado para el presente estudio:

$$V = A / (1 + k D)^s \quad (Ec. 1)$$

donde V se refiere al valor subjetivo de la recompensa, A se refiere la magnitud de la recompensa, D son las diferentes demoras, k es un parámetro libre utilizado como variable dependiente que expresa la tasa de descuento, y s es un segundo parámetro libre que representa la sensibilidad a las diferencias entre demoras y la escala no lineal de la cantidad y/o la demora. El parámetro D es sustituido por θ (probabilidades en contra de recibir una recompensa) para el descuento probabilístico, mientras que el parámetro h es análogo a k en la Ecuación 1 (Green et al., 1999). En el caso del descuento por esfuerzo, D se sustituye por E (niveles de esfuerzo) y k por l (Białaszek et al., 2017).

En los estudios en los que se ha comparado el descuento temporal, probabilístico y por esfuerzo con los mismos participantes, se sugiere la existencia de diferentes patrones estructurados de elección (Białaszek et al., 2019; Mitchell, 2004). Los análisis basados en la inspección visual, sugieren que el descuento probabilístico es más acelerado que el descuento temporal y por esfuerzo (cuando se elige en el contexto de ganancias); mientras que el descuento por esfuerzo varía en la forma de la curva, aparentemente dependiendo de la definición topográfica de la respuesta, siendo menos acelerada cuando se define como fuerza (e.g., Mitchell, 2004). El análisis teórico apunta a hallazgos mixtos, ya que por un lado los tres procesos de elección son descritos por una misma función hiperbólica (Mitchel, 2004), y por otro lado el descuento por esfuerzo puede ser mejor descrito por una función de poder (Białaszek et al., 2017). Por otro lado, desde la perspectiva de la estadística multivariada, Białaszek et al. (2019) encontraron mediante un análisis factorial que los puntos de indiferencia del descuento temporal, probabilístico y por esfuerzo se agrupan en factores distintos. A pesar de que los hallazgos sobre mecanismos de elección diferentes entre descuento temporal y probabilístico son consistentes (Green & Myerson, 2019), hace falta mayor evidencia sobre la comparación de dichos procesos y el descuento por esfuerzo, con el propósito de ganar mayor conocimiento sobre similitudes y diferencias entre ellos.

Las contingencias de elección en tareas de descuento han sido presentadas en diferentes formatos, teniendo en común el establecimiento de reglas de relación entre la respuesta (e.g., elección) y su consecuencia (e.g., ganar o no ganar un resultado). Las tareas de descuento con contingencias 'reales' han sido así llamadas por la exposición del participante a las demoras (Scheres et al., 2014), probabilidades (Richards et al., 1999), o requerimientos de esfuerzo (Bonnelle et al., 2015), así como a la entrega tangible de las recompensas ensayo tras ensayo (Jimura et al., 2011). Este tipo de tareas han sido de interés para confirmar la validez de los resultados provenientes de tareas que emplean contingencias, cuyo formato de la relación respuesta-conse-

cuencia es hipotético (Johnson & Bickel, 2002), es decir, el participante no experimenta las consecuencias de su elección.

No obstante, al utilizar contingencias donde el resultado es tangible, se deben considerar implicaciones éticas y prácticas (Hinvest & Anderson, 2010). Por ejemplo, sería complicado entregar cantidades grandes de dinero, el acceso a cierto tipo de recompensas (e.g., drogas), la saciedad que puede generar la entrega de recompensas consumibles ensayo a ensayo, exponer a participantes a demoras de años (Madden et al., 1997), o la fatiga que puede ocasionar un alto requerimiento de esfuerzo físico (Bonelle et al., 2015).

Una forma de atender a las limitaciones del uso de contingencias con resultados tangibles en tareas de descuento, es decir, recompensas que se entregan al participante, es mediante la presentación de contingencias en formato virtual por medio de una computadora, cuya entrega del resultado se establece dentro del contexto virtual. Este arreglo permite la automatización de la presentación de las demoras (en segundos), las probabilidades y los requerimientos de esfuerzo exactos con los valores programados (e.g., Gatzke-Kopp et al., 2018). Además, se pueden evitar sesgos de temporalidad entre la elección, el costo y la entrega de la recompensa, ya que el intervalo con el que se entregan las recompensas no depende de la ejecución del investigador, sino del algoritmo con el que se programen las contingencias. De igual forma, los costos de utilizar cierto tipo de recompensas en pequeñas cantidades (e.g., centavos o mililitros), quedan excluidos.

Los estudios que han evaluado de manera aislada el descuento temporal, probabilístico y por esfuerzo, se han realizado mayormente con población adulta (e.g., universitarios), siendo limitados los hallazgos en población infantil, dentro de la cual, algunos estudios se han enfocado en comparar el grado de descuento temporal entre niños con diagnóstico de Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) y participantes control (Scheres et al., 2006; Wilson et al., 2011), o entre grupos etarios: niños, adolescentes y adultos (Green et al., 1994; Scheres et al., 2014).

Hasta la actual revisión de la literatura, el estudio de Gatzke-Kopp et al., (2018) comparó el efecto de la demora, probabilidad y esfuerzo sobre el patrón de elección en niños, mediante una tarea que combinó dos de los formatos previamente mencionados. Por un lado utilizaron un contexto virtual donde ocurrían las contingencias con un *videojuego* (elección–ganar puntos ensayo a ensayo), y por otro lado emplearon un formato tangible para intercambiar los puntos acumulados durante el videojuego al final de la sesión. Dependiendo de la tarea en curso, se presentaba una carta con el número de puntos a ganar y los segundos, probabilidad o esfuerzo requerido para ganarlos. En la tarea de demora se presentó un reloj que indicaba el tiempo que el participante debía de esperar para ganar los puntos; en la tarea de probabilidad se presentó visualmente la probabilidad de ganar los puntos de la carta; mientras que el requerimiento de esfuerzo se definió operacionalmente como el número de palabras ‘sin sentido’ a alfabetizar. Los resultados mostraron correlaciones bajas positivas entre las tres variables, sugiriendo que las preferencias encontradas en cada tarea son únicas. Cabe señalar que el procedimiento que utilizaron dista de las tareas tradicionales de descuento, al igual que el análisis de resultados, lo que complica incorporar dichos hallazgos al cúmulo de evidencia sobre la comparación de descuento temporal, probabilístico y por esfuerzo en niños.

Considerando la importancia de aumentar el conocimiento sobre los factores que contribuyen a identificar patrones de elección diferentes en función del contexto, sea éste el tipo de variable bajo la cual se establece el costo para la obtención de un resultado (e.g., demora, probabilidad o esfuerzo), o el tipo de formato en el que se presentan las contingencias, cuyo diseño puede obedecer tanto a los objetivos propios de los estudios como a la población de interés (niños o adultos), aunado a la evidencia limitada sobre los procesos de elección en niños mediante tareas de descuento, surgen las siguientes preguntas de investigación: ¿existirán diferentes patrones estructurados de la conducta de elección, en función de las variables demora, probabilidad y esfuerzo, con el uso tareas de descuento en formato virtual?, ¿cuáles serán las posibles variaciones o similitudes cualitativas (i.e., forma de las curvas)

o cuantitativas (i.e., nivel de ajuste), de los datos provenientes de tareas de descuento con contingencias virtuales?

Por lo tanto, el objetivo principal del presente estudio fue comparar la pérdida del valor subjetivo de recompensas, en función del aumento de las demoras, probabilidades en contra y esfuerzos requeridos para obtenerlas, mediante la presentación de contingencias virtuales en niños. En orden de explorar similitudes y diferencias entre las curvas de descuento, así como confirmar o refutar que los datos provenientes de este arreglo experimental reflejan ajustes altos al modelo hiperboloide a nivel grupal e individual.

Método

Participantes

Participaron 34 niños de entre 8 a 10 años de edad ($M = 9.29$, $DE = 0.97$), de los cuales 12 eran mujeres y 22 hombres. Los participantes provenían de dos escuelas primarias públicas de la Ciudad de México. Los niños y sus padres firmaron un consentimiento y asentimiento informado (adaptado según las normas de la Sociedad Mexicana de Psicología, 2009) que contenía una descripción breve del procedimiento del estudio, especificación de los criterios para la participación del menor, la confidencialidad de los datos, así como la autorización de publicación de los resultados bajo anonimato con fines de divulgación científica. El proyecto fue aprobado por un Comité de Ética.

El muestreo fue no probabilístico y el tamaño de la muestra se calculó mediante el software G*Power® 3.1, en el que se introdujeron las siguientes configuraciones: nivel alfa = 0.05, nivel beta = 0.95, número de grupos = 1 y medidas repetidas = 15 (cinco puntos de indiferencia por las tres tareas experimentales). Lo cual resultó en un mínimo de 16 participantes como muestra total, sin embargo, se decidió aumentar el tamaño muestral para tener otro referente con estudios previos.

El criterio de inclusión fue que los niños obtuvieran un puntaje \leq a 50% en cualquiera de los cuatro factores del Inventario de Conducta Infantil (ICI; Morales & Martínez, 2013; Morales et al., 2017). Los

criterios de exclusión fueron que los niños presentaran un Índice de Masa Corporal (IMC) en la categoría de obesidad y que en la prueba de esfuerzo individual (descrita posteriormente) presionaran la tecla espacio \geq de 20 veces, en promedio. Los criterios de inclusión y exclusión derivan de literatura previa en la que se ha reportado una relación entre las variables IMC con un mayor grado de descuento (e.g., Hendrickson & Rasmussen, 2013), así como hallazgos mixtos entre la relación del grado de descuento y la presencia de conducta problema en niños (e.g., Scheres et al., 2010).

Instrumentos

Ficha Demográfica

Cuestionario de lápiz y papel para obtener información de las variables edad, sexo, nivel socioeconómico, nacionalidad y nivel educativo.

Inventario de Conducta Infantil (ICI)

Es un instrumento auto-aplicable de lápiz y papel con 32 reactivos presentados en una escala *Likert* que va de nunca (0) a siempre (4), que el padre responde acerca del grado o intensidad con el que se presentan diferentes comportamientos infantiles. Tiene una consistencia interna por alfa de Cronbach de .94. Mediante un análisis factorial exploratorio se obtuvieron cuatro factores: comportamiento oposicionista desafiante (reactivos 1 al 3 y 5 al 7), comportamiento agresivo (reactivos 4 y 8 al 12), inatención (reactivos 13, 15 al 24 y 27) e hiperactividad (reactivos 25, 26 y 28 al 32) que explican el 57.32% de la varianza explicada (Morales et al., 2013; 2017).

Cálculo del Índice de Masa Corporal (IMC)

El cálculo del IMC se realizó considerando el peso, altura, edad y sexo de cada participante mediante la plataforma en línea del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS, 2018). Se empleó una báscula digital y cinta métrica para calcular el IMC.

Aparatos

Para efectos del estudio, se diseñaron y programaron las tareas de descuento temporal, probabilístico y por esfuerzo con contingencias virtuales, mediante el lenguaje .NET con el *software* de dominio público Visual Basic 10 Express®. La sesión experimental se condujo de manera individual en cubículos de 3x3 metros. Los cubículos contaban con iluminación natural y artificial, ventilación, un escritorio y dos sillas. Se utilizaron 15 computadoras portátiles equipadas con un procesador mínimo *Celeron*® hasta *COREi5*®, con sistema operativo de *Windows 7* hasta *Windows 10*®. Los participantes utilizaron un ratón periférico a la computadora portátil para responder en las tareas experimentales y audífonos de diadema. Se compró una licencia de *Vyond*® para la creación de *avatares* y videos, así como una licencia de *DL Sounds*® para los *soundtracks*. El diseño estético se realizó con base en reglas del Centro de Cultura Digital (2017). Las recompensas utilizadas eran imágenes de premios como trofeos y medallas, los cuales se mostraban en la pantalla del computador.

Procedimiento

Se utilizó un diseño intrasujeto, en el que los 34 niños respondieron a las tres tareas de descuento con contingencias virtuales. La presentación de las tareas se aleatorizó para cada participante con la finalidad de evitar un efecto de orden. En la primera sesión se recolectaron los datos demográficos de los niños y se determinó su participación en el estudio. En la segunda y última sesión se aplicaron las tareas experimentales de forma individual con una duración de 30 a 45 minutos aproximadamente. Los investigadores crearon las tareas de descuento experiencial en un entorno gráfico con animaciones sobre el espacio cósmico, cuya galaxia se llamó *Rabbat* en la que un *avatar* indicaba las instrucciones a los participantes, mediante audio y texto en pantalla. Las tareas de descuento se presentaron en ‘planetas’ diferentes. *Rabbat* se constituyó de tres fases generales, las cuales se describen a continuación (ver Apéndice A).

Introducción (demo)

Con el uso de un *avatar* creado por los investigadores, se mostraron las siguientes instrucciones generales de las tareas:

Bienvenido a Rabbat. En este juego avanzas automáticamente, viajarás en una nave a cada mundo. En Rabbat podrás elegir para ganar premios que más te gusten; como trofeos y medallas. No hay respuestas correctas o incorrectas. Antes de jugar, mira el Demo. En Rabbat podrás elegir entre dos opciones para ganar premios. Podrás elegir la opción que más te guste. Usarás el *mouse* para hacer tu elección. Mira el ejemplo. Podrás elegir la opción que más te guste. “Ganar 1 premio [ahora]. Ganar 3 premios en [3 segundos].” ... “Elegiste Ganar 1 premio [ahora]” ... “Ganaste 1 premio”. Mira otro ejemplo. Podrás elegir la opción que más te guste. Usarás el *mouse* para hacer tu elección. “Ganar 1 premio [ahora]. Ganar 3 premios en [3 segundos].” ... “Elegiste Ganar 3 premios en [3 segundos]” ... “Tendrás que esperar [3 segundos]” ... “Ganaste 3 premios”. Ahora podrás jugar tú.

Lista de Premios

Los participantes visualizaron ocho premios, cuatro trofeos y cuatro medallas, de los cuales debían seleccionar uno mediante la instrucción “Elige el premio que más te guste”. La ubicación de los premios en la pantalla fue aleatoria y el premio seleccionado por cada participante se utilizó como recompensa a lo largo de los ensayos. El propósito de esta fase era que cada participante eligiera la recompensa por la que haría sus elecciones, procedimiento que ha sido consistente en tareas de descuento cuando no se emplean ganancias monetarias (e.g., Manwaring et al., 2011).

Tareas de descuento

Una vez elegida la recompensa y a manera de control experimental, el programa generaba un orden aleatorio para la presentación de las tareas de descuento por cada participante. Las tareas de descuento probabilístico y por esfuerzo consistieron de cuatro subfases, mientras que la tarea de descuento temporal se desarrolló en tres subfases (ver Apéndice A).

Pruebas Pre-Experimentales. En la tarea de descuento probabilístico se presentó la enseñanza de probabilidad, con base en el modelo

de la Secretaría de Educación Pública (SEP; 2011), el cual consistió en mostrar dos columnas, una con 20 barras verdes y otra con 10 barras verdes y 10 barras rojas, las cuales se introducían en dos tómbolas, respectivamente. Al obtener una barra verde, el participante ganaba el premio, mientras que al obtener una barra roja el participante no ganaba el premio. Se indicó que, en la columna con todas las barras verdes, era *seguro* ganar los premios y que en la columna con barras verdes y rojas era *posible* ganar los premios. Enseguida, se mostraron ambas columnas y se le pidió al participante que seleccionara en cuál de ellas era seguro que ganara un premio y en cuál era posible que ganara un premio. Si el participante respondía de forma incorrecta a alguna de las dos preguntas, aparecía una ventana con retroalimentación, indicando la respuesta correcta y después se repetía la pregunta. La retroalimentación se podía brindar hasta cinco veces. Ningún participante recibió más de dos veces la retroalimentación. Esta subfase se realizó con el objeto de que el participante hiciera contacto con los conceptos antes de responder a los ensayos de elección y, así, evitar un sesgo en las respuestas por falta de experiencia con ambos conceptos.

En cambio, para la tarea de descuento por esfuerzo se incluyó una prueba de esfuerzo individual. El esfuerzo fue físico y se definió operacionalmente como el número de presiones en la tecla 'Espacio' de la computadora. Previo a la ejecución de la prueba, se presentó una demostración animada con las instrucciones a seguir: "Presionarás la tecla de 'Espacio' de tu computadora. Pon tu dedo índice cerca de la tecla 'Espacio'. Presionarás lo más rápido que puedas. Observa el ejemplo". Ante la palabra "Inicia", el participante debía presionar la tecla 'Espacio' lo más rápido que pudiera; cuando la palabra "Alto" aparecía, debía dejar de presionar. El participante realizó la prueba tres veces, con una duración de 10 segundos para presionar la tecla "Espacio". El tiempo para hacer las presiones no fue señalado ni mencionado al participante. Al término de la prueba, el programa calculaba el promedio de presiones para multiplicarlo y redondearlo en función de los cinco incrementos de esfuerzo: 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1. Por ejemplo, si un participante obtuvo un promedio de 50 presiones de tecla, los niveles de

esfuerzo requeridos para dicho participante fueron de 10, 20, 30, 40 y 50, respectivamente.

Esta subfase se realizó con el propósito de calcular el esfuerzo que cada participante era capaz de realizar para no asumir que todos los participantes pueden realizar el mismo requerimiento. Los incrementos de esfuerzo fueron análogos a los empleados en otros estudios, donde el máximo esfuerzo a realizar es distribuido a lo largo de los incrementos con el fin de no requerir un esfuerzo que no se pueda llegar a cumplir (e.g., Mitchell, 2004).

Ensayos Forzados. Los ensayos forzados tuvieron como objetivo que el participante hiciera contacto con las contingencias programadas en cada opción (*ver* Apéndice B). En las tareas de descuento temporal y por esfuerzo se presentaron dos ensayos forzados (e.g., Jimura et al., 2011). En el primer ensayo se indicó al participante que eligiera la recompensa de menor magnitud (inmediata o con poco requerimiento de esfuerzo). Después de dar clic, aparecía inmediatamente una nueva ventana con la cantidad de premios ganados para la tarea de descuento temporal, mientras que para la tarea de descuento por esfuerzo, aparecía una ventana donde el participante debía realizar 1 presión sobre la tecla 'Espacio' y enseguida aparecía la cantidad de premios ganados.

En el segundo ensayo se indicó al participante que eligiera la recompensa de mayor magnitud (demorada o con mayor requerimiento de esfuerzo). Después de dar clic, aparecía la demora (e.g., 3 segundos) y enseguida la cantidad de premios ganados, mientras que en la tarea de descuento por esfuerzo se solicitaba mayor número de presiones para ganar los premios. Durante la demora, el participante permaneció sentado frente a la computadora. La demora no se señaló con algún contador. La pantalla era bloqueada y ensombrecida durante el tiempo de la demora. Durante la ejecución del esfuerzo, el participante realizaba las presiones sobre la tecla 'Espacio' sin que hubiera un contador de presiones o un cronómetro.

Por otro lado, en la tarea de descuento probabilístico se presentaron tres ensayos forzados. En el primer ensayo se señaló al participante que eligiera la recompensa de menor magnitud a ganar de forma segu-

ra (i.e., 100% seguro de ganar). En el segundo y tercer ensayo se indicó al participante que eligiera la recompensa de mayor magnitud a ganar de forma posible (i.e., con n % de no ganar). En uno de los dos ensayos anteriores, el participante ganaba los premios, mientras que en el otro ensayo no ganaba los premios. Después de dar clic en la opción indicada, se presentaba una nueva ventana con una la tómbola que contenía el número de barras rojas y verdes acorde a la probabilidad seleccionada; o una tómbola con todas las barras verdes para la opción segura de ganar. Enseguida, aparecía una ventana con la cantidad de premios ganados, o una ventana con la leyenda “No ganaste premios”. Para los tres tipos de tareas de descuento, la entrega de las recompensas o la leyenda de “No ganaste premios”, tuvieron una duración de 5 segundos (Apéndice B).

Prueba de magnitud, demora, probabilidad y esfuerzo. Esta subfase tuvo el propósito de determinar la sensibilidad de los participantes a la magnitud de la recompensa, así como a los parámetros de demora, probabilidad y esfuerzo (e.g., Vessells, et al., 2018). En la prueba de magnitud se presentaron dos ensayos en cada tipo de tarea. Cada ensayo tenía dos opciones que diferían en magnitud, pero mantenían los mismos valores de cada parámetro. Por ejemplo “ganar 6 premios [ahora]” o “ganar 12 premios [ahora]”. Los corchetes indican dónde cambiaba la variable en curso. En la prueba de demora, probabilidad o esfuerzo, se presentaron dos ensayos para cada tarea. De igual forma, cada ensayo tenía dos opciones que diferían en el valor del parámetro, pero mantenían la misma magnitud de la recompensa. Por ejemplo “ganar 10 premios [ahora]” o “ganar 10 premios [después de 3 segundos]”. Al dar clic en las opciones, se presentaron las contingencias antes mencionadas en cada tipo de tarea. Si el participante elegía la opción de mayor magnitud, o de menor demora, menor nivel de riesgo o esfuerzo, pasaba al siguiente ensayo. De lo contrario, cada ensayo podía repetirse hasta cinco veces. Ningún participante repitió alguno de los ensayos más de tres veces.

Ensayos de Elección. Para presentar los ensayos en las tres tareas de descuento, se utilizó el procedimiento de ajuste de la cantidad (Du,

et al., 2002). La cantidad estándar (i.e., la magnitud de la recompensa grande) fue de 16 premios, análogo al estudio de Jimura et al. (2011). Se presentaron cuatro ensayos para cada nivel de las cinco demoras (5, 10, 20, 30 y 60 segundos), cinco niveles de probabilidad en contra de ganar (0.111, 0.333, 1, 3 y 9, convertidas a porcentajes de ganancia: 10%, 25%, 50%, 75% y 90%) y cinco incrementos de esfuerzo (0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1). Los niveles de demora, probabilidad y esfuerzo, se presentaron al azar. La selección del procedimiento de ajuste de la cantidad, de la magnitud estándar y del número de ensayos por parámetro, permiten obtener puntos de indiferencia con pocos ensayos, lo cual resulta práctico por exponer al participante a tres tareas de descuento.

El procedimiento de ajuste de la cantidad consistió en presentar dos opciones en cada ensayo: la recompensa pequeña [ajustable] y la recompensa grande [fija o cantidad estándar]. Durante los cuatro ensayos, la cantidad de la recompensa pequeña se ajustó en función de la elección del participante en el ensayo previo (aumentaba o disminuía), mientras que la cantidad de la recompensa grande se mantuvo constante. En el primer ensayo, la cantidad de la recompensa pequeña [ajustable] fue la mitad de la cantidad de la recompensa grande [fija]. Por ejemplo, elegir entre “ganar 8 premios [ahora] o 16 premios [después de 5 segundos]”. Si el participante elegía la recompensa pequeña, la cantidad ajustable disminuía la mitad de la cantidad ajustable anterior para el segundo ensayo (“ganar 4 premios [ahora] o 16 premios [después de 5 segundos]”). Por el contrario, si el participante elegía la recompensa grande, la cantidad ajustable aumentaba la mitad de la cantidad ajustable anterior para el segundo ensayo (“ganar 12 premios [ahora] o 16 premios [después de 5 segundos]”). Este procedimiento se siguió para el tercer y cuarto ensayo. El algoritmo se reseteaba cada nivel de los parámetros.

Los puntos de indiferencia se calcularon al promediar el último valor aceptado y el último valor rechazado en la recompensa pequeña [ajustable], para cada nivel de demora, probabilidad o esfuerzo. Lo anterior permitió obtener cinco puntos de indiferencia por cada tarea. Es decir, si un participante elige 16 premios en el primer ensayo (8 vs.

16), en el segundo (12 vs. 16) elige 12, en el tercero (10 vs. 16) elige 16, y en el cuarto (11 vs. 16) elige 11, el punto de indiferencia para este parámetro en particular, sería $(11 + 10) / 2 = 10.5$, ya que el último valor aceptado en la cantidad ajustable fue 11 y el último valor rechazado 10. Para evitar un efecto de lateralidad, el lado de presentación de cada alternativa fue aleatorio en cada ensayo. Los participantes respondieron a un total de 60 ensayos (4 ensayos x 5 niveles de demora, probabilidad y esfuerzo). Al término de la ejecución, los participantes eran despedidos por los aplicadores.

Después de dar clic en cada opción, el participante experimentaba la contingencia asociada a su elección (*ver* Apéndice B). Durante la presentación de las dos alternativas en los ensayos de elección, se reproducía un *soundtrack* diferente para cada tarea de descuento. Cuando se presentaba la demora o el requerimiento de esfuerzo o la tómbola, el *soundtrack* se detenía. La cantidad de los premios ganados no se acumulaba durante los ensayos, cada ganancia era independiente de la anterior. Por lo tanto, los premios tampoco se entregaron o se intercambiaron por algún resultado tangible al final de la sesión.

Análisis de Datos

Una vez obtenidos los puntos de indiferencia de los participantes para cada nivel de demora, probabilidad y esfuerzo, los investigadores calcularon las medianas de los puntos de indiferencia y después las convirtieron a proporción en función de la cantidad estándar (i.e., 16). Las medianas grupales normalizadas de los puntos de indiferencia se emplearon para hacer el ajuste del modelo hiperboloide a los datos empíricos, lo cual permitió obtener los valores de las tasas de descuento (k , h y l), la escala no lineal de la magnitud y/o la demora, probabilidad y esfuerzo con el parámetro s , así como el índice de la bondad de ajuste al modelo hiperboloide (R^2), mediante la librería *nlmrt* para regresiones no lineales y códigos de programación en *R Versión 3.0.1* (R Core Team, 2018). Para examinar el nivel de ajuste individual del modelo hiperboloide a los datos, los puntos de indiferencia de los 34 participantes también se normalizaron en función de la cantidad estándar, y

se calcularon los parámetros libres y las R^2 por condición. La prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas se implementó para examinar las diferencias en el nivel de ajuste de las tareas (ver Gómez et al., 2020 para porciones del código R).

Para analizar el nivel de redundancia entre el parámetro de sensibilidad (s) y las tasas de descuento (k, h y l), los valores obtenidos por el ajuste al modelo hiperboloide se transformaron a logaritmos base 10 con la función *LOG10* de *Office Excel* para resolver sus propiedades de distribución no normal. Los mismos valores se emplearon para aplicar una r de Pearson, la cual es una prueba paramétrica para estimar la fuerza de la relación entre dos conjuntos de datos.

Posteriormente, los puntos de indiferencia se transformaron en Áreas bajo la Curva (AUC por sus siglas en inglés) con el método de los trapecoides (Myerson et al., 2001) para las tres tareas experimentales:

$$(X_i - X_{i-1}) [(Y_j + Y_{j-1}) / 2] \quad (\text{Ec. 2})$$

donde se suman los trapecoides trazados por la distancia entre X_{i-1} y X_i , como base, y Y_j y Y_{j-1} , como altura, en donde i y j se refieren a un valor específico de la duración de demora y el valor subjetivo de la recompensa para este valor de demora, respectivamente, mientras que $i-1$ y $j-1$, se refieren al valor de la demora anterior y el respectivo valor subjetivo de la recompensa. Los valores del AUC cercanos a 1 indican menor grado de descuento y valores cercanos a 0 indican mayor grado de descuento, debido a que la representación del AUC asume neutralidad teórica. Para la representación gráfica de las AUC, se utilizó la librería *ggplot2* en el código del software (R Core Team, 2018).

Las diferencias entre las AUC de las tres tareas fueron analizadas con la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas, la cual es una prueba estadística no paramétrica que emplea la mediana para analizar las diferencias intrasujeto entre dos conjuntos de datos. Se eligió esta prueba porque al menos el AUC de descuento probabilístico no se distribuyó de manera normal ($W = 0.914, p = .011$),

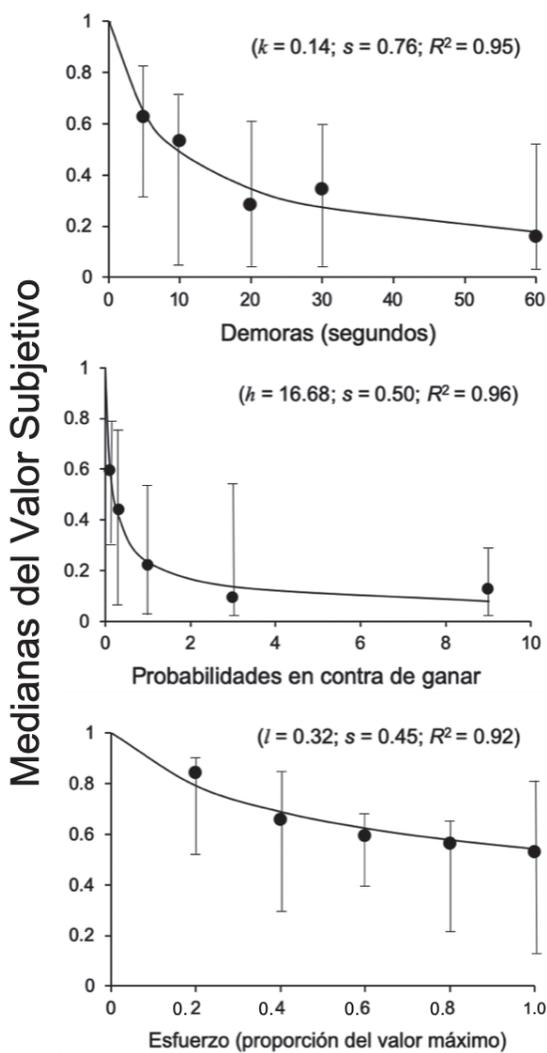
mientras que las AUC de descuento temporal ($W = 0.959$, $p = .226$) y por esfuerzo ($W = 0.965$, $p = .336$) sí se distribuyeron de manera normal. Sin embargo, se utilizó la misma prueba para hacer comparaciones equivalentes entre las AUC. Las correlaciones entre las AUC de las tres tareas se analizaron con la prueba Rho de Spearman, ya que es una prueba no paramétrica para examinar la fuerza de la relación entre dos conjuntos de datos. Todos los análisis estadísticos se desarrollaron con el software libre *JASP versión 0.11.1.0*.

Finalmente, los puntos de indiferencia se convirtieron a logaritmos (base 10) para corregir su distribución no normal, con el propósito de correr un análisis factorial que apoyara o refutara la noción de diferentes constructos teóricos que describan distintos mecanismos de elección. La inclusión de esta técnica de análisis multivariado no sustituye las métricas básicas del área de descuento (ajuste de modelos matemáticos y AUC). Esta estrategia analítica fue retomada por los autores del presente estudio para tener una métrica adicional en la exploración de procesos subyacentes de la elección, debido a que los métodos multivariados consideran la estructura de las relaciones entre las variables dependientes (e.g., puntos de indiferencia), lo que permite explicar un fenómeno con el menor número de variables, contribuyendo a la parsimonia (Bock, 1985, pp. 20–22).

Resultados

En la Figura 1 se muestran las medianas grupales del valor subjetivo de la recompensa en función de las demoras, probabilidades en contra y el incremento de esfuerzo. El nivel de ajuste al modelo hiperboloide fue alto para las tres tareas de descuento ($R^2 \geq .92$). Las tasas de descuento temporal (k) y por esfuerzo (l) fueron bajas, mientras que un efecto opuesto se observa con descuento probabilístico (h). El parámetro s varió poco entre el descuento probabilístico y por esfuerzo, pero la diferencia es más saliente entre estas tareas y el descuento temporal.

Figura 1. Medianas grupales del Valor Subjetivo por condición



Nota. Medianas normalizadas y los rangos intercuartiles de los puntos de indiferencia para la tarea de descuento temporal (panel superior), probabilístico (panel intermedio) y por esfuerzo (panel inferior). Los círculos negros rellenos simbolizan los datos empíricos y las líneas negras continuas representan el ajuste del modelo hiperboloide a los datos empíricos.

Mediante inspección visual, en la Figura 1 se observa que la curva de descuento probabilístico fue más pronunciada, así como con un nivel de ajuste más alto que para las tareas de descuento temporal y por esfuerzo. Asimismo, el patrón de descuento con los datos empíricos es más sistemático con descuento probabilístico y por esfuerzo que con descuento temporal, en el que hay disminución del valor subjetivo de la recompensa en los primeros tres parámetros, después un aumento en el parámetro de 30 segundos y vuelve a disminuir para el último valor de demora. En cuanto al descuento probabilístico, se observa un ligero incremento en el valor subjetivo de la recompensa del último parámetro (10% de seguridad o 0.111 de obtener la recompensa). El patrón de elección en descuento por esfuerzo es menos pronunciado que en las otras tareas. También se observa menor dispersión de los datos en descuento por esfuerzo y mayor dispersión de los datos en descuento temporal y probabilístico.

En la Tabla 1 se exhibe la estimación del nivel de ajuste individual (R^2) del modelo hiperboloide por condición. Para algunos puntos de indiferencia, la función hiperboloide no fue capaz de mostrar un ajuste superior a 0, lo cual resultó en 7, 9 y 5 ajustes nulos para descuento temporal, probabilístico y por esfuerzo, respectivamente. Las medianas del ajuste individual mostraron valores por debajo de las medianas grupales (*ver* Figura 1). A pesar de que la mediana del nivel de ajuste fue mayor para descuento por esfuerzo que en las otras dos tareas, hubo más casos de ajustes iguales o menores de $R^2 = .1$ para la tarea de descuento por esfuerzo, lo que indica un ajuste casi nulo. La prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas demostró que el nivel de ajuste del modelo hiperboloide fue semejante entre las medianas del ajuste individual, es decir, no hubo diferencias significativas entre el nivel de ajuste de las tareas.

Tabla 1. Estimación del nivel de ajuste individual para la Ecuación 1 por condición

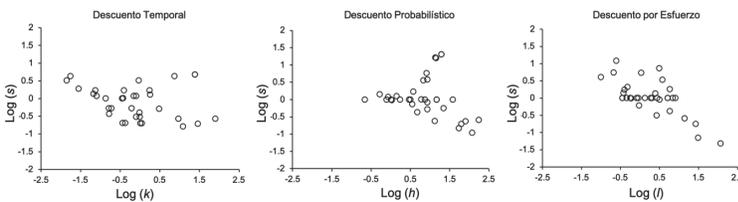
<i>Participante</i>	<i>Temporal</i>	<i>Probabilístico</i>	<i>Esfuerzo</i>
	R^2	R^2	R^2
1	.58	.37	.43
2	.00 ^a	.00 ^a	.31
3	.00 ^a	.63	.91
4	.52	.86	.67
5	.72	.11	.02
6	.00 ^a	.23	.08
7	.31	.31	.62
8	.26	.00 ^a	.91
9	.00 ^a	.87	.00 ^a
10	.79	.81	.71
11	.15	.04	.20
12	.91	.00 ^a	.65
13	.54	.73	.03
14	.06	.73	.80
15	.80	.61	.82
16	.99	.00 ^a	.00 ^a
17	.00 ^a	.00 ^a	.30
18	.27	.94	.46
19	.30	.37	.16
20	.00 ^a	.30	.78
21	.51	.28	.00 ^a
22	.32	.11	.86
23	.44	.00 ^a	.63
24	.86	.87	.93
25	.65	.00 ^a	.15
26	.10	.00 ^a	.23
27	.61	.97	.01
28	.78	.22	.5
29	.39	.71	.00 ^a
30	.23	.08	.00 ^a
31	.24	.20	.42
32	.30	.30	.60
33	.33	.74	.44
34	.00 ^a	.00 ^a	.40
Mediana	.32	.29	.43
IQR	.49	.71	.56

Nota. Los ajustes de R^2 mayores de .90 aparecen en “negritas”. IQR = rango intercuartil de la diferencia entre el tercer y el primer cuartil de las distribuciones.

^a R^2 de .00 indican que la ecuación dio un ajuste inferior a 0.

En la Figura 2 se representa la relación entre el logaritmo del parámetro s y tasas de descuento (k , h y l) para cada participante, en la cual se observa una tendencia negativa de los datos para las tres tareas de descuento, sin embargo, la dispersión de los datos es mayor para el descuento probabilístico, enseguida del descuento temporal. Las pruebas de Pearson revelaron una correlación negativa moderada y significativa entre los datos de s y l para descuento por esfuerzo ($r = -0.69$, $p < .001$), mientras que no hubo correlaciones significativas entre los parámetros libres de descuento temporal y probabilístico.

Figura 2. Relación entre los Logaritmos del parámetro s y Tasas de Descuento

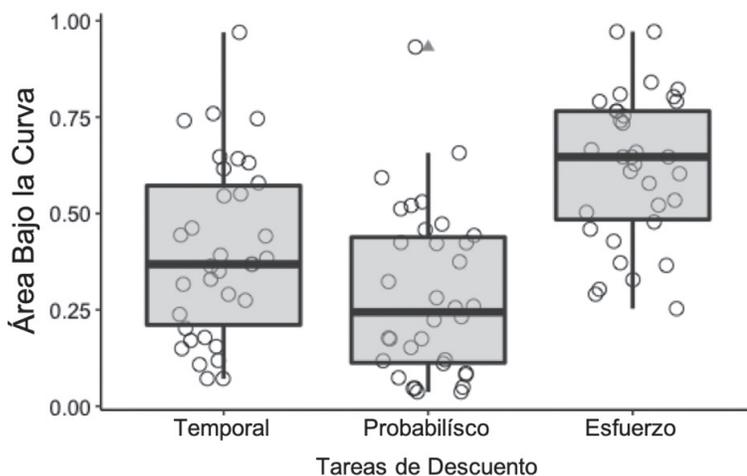


Nota. Relación entre el logaritmo del parámetro s y el logaritmo de las tasas de descuento (k , h y l) del modelo hiperbolóide por condición. Cada círculo vacío representa un participante diferente.

Para proveer una medida que resumiera el grado de descuento, en la Figura 3 se presentan las medianas de las AUC para cada condición. Mediante la inspección visual de los datos, se aprecia que la mediana de AUC para el descuento probabilístico fue la más baja (mayor grado de descuento) que las medianas de AUC para descuento temporal y por esfuerzo, mientras que la mediana de AUC en la tarea de descuento por esfuerzo fue mayor (menor grado de descuento) que en las otras dos condiciones. Por otro lado, comparando la línea que representa la mediana de la condición de probabilidad con el límite inferior del bigote en la condición de esfuerzo, se aprecia que el 50% de los datos

en descuento probabilístico muestran un descuento más pronunciado que el total de la distribución en la condición de esfuerzo. La mediana de AUC en descuento temporal se encuentra a la altura del percentil 90 de descuento por esfuerzo, lo que indica que poco más del 50% de los participantes mostraron mayor descuento temporal acelerado que descuento por esfuerzo. Sólo en la distribución de las AUC de descuento probabilístico se observa un *outlier* con casi nulo descuento, mientras que ningún participante reflejó descuento pronunciado (≤ 0.25) en descuento por esfuerzo. Se observó mayor distribución de las AUC en descuento temporal.

Figura 3. Áreas Bajo la Curva



Nota. Diagrama de caja y bigote con las AUC individuales (círculos negros rellenos) para cada una de las tres tareas experimentales. Las líneas inferiores y superiores de las cajas representan el percentil 25° y 75°, respectivamente, y la línea horizontal dentro de cada caja representa el percentil 50° (mediana grupal). Los “bigotes” inferiores y superiores expresan los percentiles 10° y 90°, respectivamente. Las líneas verticales extendidas de la caja expresan los valores mínimos y máximos que no son outliers. Las medianas cercanas a 0 indican poco descuento, mientras que las medianas cercanas a 1 indican alto descuento. El triángulo gris representa un outlier.

El análisis de las diferencias en el grado de descuento reveló que el AUC de descuento temporal fue significativamente mayor (mediana = 0.368) que el AUC de descuento probabilístico (mediana = 0.244; $W = 440$, $p = .014$). Por otro lado, el AUC de descuento por esfuerzo (mediana = 0.647) fue significativamente mayor que el AUC de descuento temporal ($W = 66$, $p < .001$) y probabilístico ($W = 16$, $p < .001$). Finalmente, las AUC de descuento por esfuerzo y probabilístico reflejaron una correlación significativa moderada y positiva ($\rho = 0.438$, $p = .010$). La correlación entre las AUC de descuento temporal y por esfuerzo fue marginal y no significativa ($\rho = 0.333$, $p = .054$). Tampoco hubo correlación significativa entre las AUC de descuento temporal y probabilístico. En la Tabla 2 se muestran las correlaciones moderadas positivas y significativas entre los puntos de indiferencia de las tres tareas.

El análisis factorial se condujo con el método de rotación Oblinca, extracción Oblimin y un valor delta = 0 para no imponer correlaciones artificiales entre los factores. Se decidió utilizar la rotación Oblinca porque se asume teóricamente que los factores están correlacionados (Tabachnick & Fidell, 2007). Esta decisión también fue apoyada por las correlaciones entre las AUC y los puntos de indiferencia. La medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) fue de .636 lo que indicó que los patrones de correlaciones están relativamente separados por lo que los factores de salida serán confiables (Kaiser, 1974), mientras que la prueba de esfericidad de Bartlett fue significativa ($X^2(105) = 250.794$, $p < .001$), lo que confirma que las correlaciones entre las variables fueron diferentes de cero. El análisis factorial reveló dos factores (ver Tabla 3), el primero compuesto por los cinco puntos de indiferencia de descuento probabilístico y cuatro puntos de indiferencia de descuento por esfuerzo, mientras que el segundo factor comprendió los cinco puntos de indiferencia de descuento temporal. Los dos factores en conjunto explicaron el 68.81% de la varianza total. Se consideraron las cargas factoriales iguales o mayores a .5, el cual es un criterio más estricto que el impuesto por Tabachnick y Fidell. En general se observó consistencia de las cargas entre los factores, aunque

Tabla 2. Matriz de correlaciones entre los 15 puntos de indiferencia

	Puntos de Indiferencia														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
S-D	1														
10-D	0.54***	1													
20-D	0.39*	0.36*	1												
30-D	0.34*	0.43*	0.71***	1											
60-D	0.42*	0.47**	0.52**	0.47**	1										
10-P	0.15	0.13	0.31	0.39*	0.23	1									
25-P	-0.01	-0.19	0.29	0.24	0.04	0.49**	1								
50-P	0.24	0.20	0.21	0.32	0.35*	0.56***	0.31	1							
75-P	0.42*	0.21	0.52**	0.50**	0.39*	0.55***	0.46**	0.48**	1						
90-P	0.25	0.18	0.10	0.05	0.10	0.18	0.33	0.52**	0.44**	1					
2-E	0.06	-0.05	-0.1	-0.1	-0.1	0.11	0.18	0.02	0.16	0.42*	1				
4-E	0.15	0.24	0.17	0.27	0.16	0.39*	0.30	0.30	0.51**	0.14	0.26	1			
6-E	0.07	0.3	0.09	0.23	0.19	0.29	0.27	0.36*	0.38*	0.48**	0.24	0.48**	1		
8-E	0.08	0.14	0.27	0.37*	0.24	0.32	0.34*	0.49**	0.52**	0.33	0.14	0.52**	0.7***	1	
10-E	0.40*	0.33	0.51**	0.46**	0.49**	0.32	0.39*	0.32	0.58***	0.23	0.13	0.54***	0.42*	0.73***	1

Nota. D=descuento temporal; P=descuento probabilístico; E=descuento por esfuerzo. Los valores a la izquierda de las letras D, P y E representan los valores de las demoras, probabilidades en contra e incrementos de esfuerzo. Las correlaciones entre las tareas de descuento aparecen en "negritas". * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

con menor discriminabilidad para un parámetro de descuento probabilístico y dos de descuento por esfuerzo.

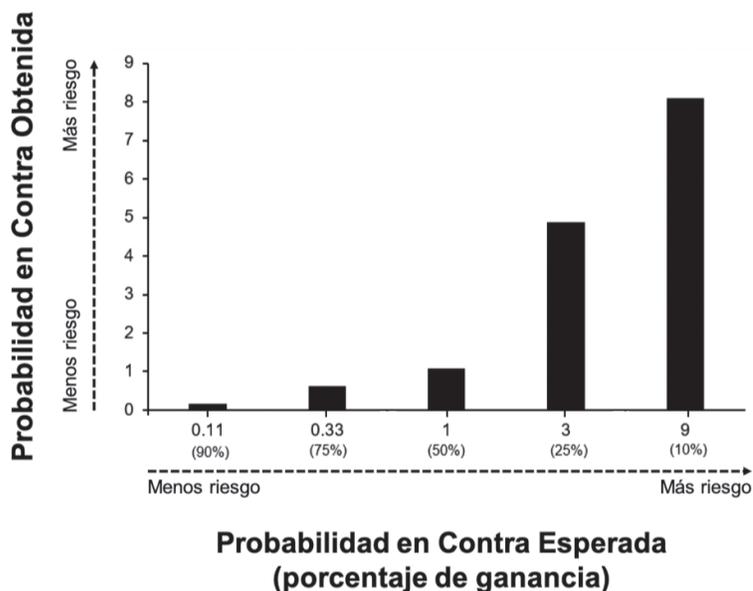
Tabla 3. Estructura factorial de los 15 puntos de indiferencia

<i>Puntos de indiferencia</i>	<i>Factor 1</i>	<i>Factor 2</i>
5 segundos	.005	.574
10 segundos	-.045	.61
20 segundos	.008	.777
30 segundos	.095	.721
60 segundos	-.003	.709
10% probabilidad	.509	.143
25% probabilidad	.599	-.103
50 % probabilidad	.553	.137
75% probabilidad	.609	.326
90% probabilidad	.61	-.129
0.2 esfuerzo	.481	-.352
0.4 esfuerzo	.613	.034
0.6 esfuerzo	.726	-.094
0.8 esfuerzo	.77	.021
1.0 esfuerzo	.517	.397

Nota. Las cargas factoriales mayores a 0.5 aparecen en “negritas”.

Por último, en la Figura 4 se muestra la relación funcional entre las probabilidades en contra programadas y las obtenidas ensayo a ensayo, es decir, cuando se elegía la recompensa riesgosa en la tarea de descuento probabilístico. Con las primeras probabilidades en contra (0.11, 0.33 y 1) se observa una correspondencia entre el nivel de riesgo programado como porcentajes de ganancia de la recompensa y el nivel de riesgo o probabilidad experimentada para ganar la recompensa. En el caso de la probabilidad en contra 3 (25% de ganar), se observa que cuando los participantes eligieron esta opción, ganaron en menor medida la recompensa. El caso opuesto ocurrió con la probabilidad en contra de ganar 9 (10% de ganar).

Figura 4. Probabilidades Programadas y Experimentadas



Nota. Probabilidades en contra esperadas o programadas (eje x) y probabilidades en contra obtenidas o experimentadas por los participantes (eje y), cuando eligieron la recompensa con cierto nivel de posibilidad de ganar.

Discusión

El objetivo del presente estudio fue comparar la pérdida del valor subjetivo de recompensas, en función del aumento de las demoras, probabilidades en contra y el nivel de esfuerzo requerido para obtenerlas, mediante el uso de contingencias virtuales en niños. Se resaltan cuatro hallazgos principales de este estudio. Primero, la manipulación de las contingencias programadas de forma virtual, en conjunto con el costo asociado con la entrega de las recompensas, tuvieron un efecto en la devaluación de éstas. Lo anterior se confirmó con la correspondencia entre la forma de las curvas de descuento, mediante inspección visual, y las diferencias estadísticas entre las AUC de cada condición.

Segundo, el nivel de ajuste individual del modelo hiperboloide a los puntos de indiferencia no fue semejante al buen nivel que se reflejó para las medianas grupales. Tercero, la separación entre las métricas del nivel de sensibilidad y la tasa de descuento, sólo fue estadísticamente confirmada para descuento temporal y probabilístico. Finalmente, en análisis factorial agrupó los 15 puntos de indiferencia en dos factores. A continuación se discuten cada uno de los hallazgos en turno.

El hallazgo sobre las diferencias cualitativas y cuantitativas entre los procesos de descuento temporal, probabilístico y por esfuerzo, es novedoso a la luz de la literatura en tres sentidos interrelacionados. En principio, aunque en el estudio de Mitchell (2004) se comparó el efecto de las demoras, probabilidades y esfuerzo en el valor subjetivo de recompensas, los resultados mostraron ausencia de diferencias entre condiciones. En segundo lugar, los hallazgos del estudio de Białaszek et al. (2019) ya sugerían que los puntos de indiferencia permitían la agrupación de factores distintos entre las tres tareas de descuento, sin embargo, en la estrategia de análisis de datos no se consideró la información sobre el nivel de ajuste de algún modelo matemático a los datos, ni comparaciones de las AUC entre tipos de tareas de descuento. En tercer lugar, los estudios de Białaszek et al. (2019) y Mitchell emplearon población adulta y recompensas monetarias.

Por lo cual, el primer hallazgo importante expande la generalidad del efecto del contexto de elección en la devaluación de recompensas que no son monetarias, ni consumibles (e.g., comida o drogas), o de acceso a alguna actividad (e.g., vacaciones), sino recompensas que pueden ser demonominadas como virtuales, ya que su entrega y recepción se acotan a un entorno de computadora. Futuras investigaciones podrían examinar en qué medida difieren este tipo de recompensas virtuales de otro tipo de recompensas tangibles e hipotéticas, lo que aumentaría el conocimiento sobre el efecto de dominio en el área de descuento. Además, el presente estudio generó evidencia de la manera en que los niños descuentan recompensas que difieren del costo asociado a su entrega, lo cual no había sido antes reportado. Por lo tanto,

este hallazgo se suma a la evidencia existente sobre el efecto de dominio de recompensas (Vanderveldt et al., 2016).

Una posible explicación de la inclinación de las curvas encontradas en el presente estudio, descansa en evidencia previa que ha reportado descuento temporal moderadamente acelerado en niños control (Green et al., 1994), lo mismo que para el descuento probabilístico acelerado en la misma población (Richards et al., 1999). Esto podría sugerir un índice moderado de impaciencia y un alto índice de aversión al riesgo en niños sin problemas conductuales. Por otro lado, aunque no se cuenta con evidencia previa sobre el grado de descuento por esfuerzo en población infantil, se puede observar que el índice de descuento encontrado es más cercano a cero, lo cual podría reflejar una preferencia por realizar mayor requerimiento de esfuerzo para ganar más en niños control.

Al considerar las diferencias grupales de las AUC entre condiciones, resulta más apropiado utilizar diferentes términos: “impaciencia”, “propensión al riesgo”, “poca disposición” para referirse a constructos teóricos que forman parte de la explicación de las variables que afectan la conducta de elección. Lo anterior refleja la necesidad de averiguar si los cambios producidos por una intervención en reducir elecciones “impacientes”, tienen efectos en modificar elecciones de “propensión al riesgo” o de “poca disposición” por realizar conductas que resulten en mayores beneficios (Green & Myerson, 2019). No obstante, el análisis individual de las AUC resalta la importancia de considerar que una proporción de los participantes en descuento temporal mostró tanto descuento acelerado como bajo descuento, es decir, no todos los participantes reflejaron “impaciencia” como se puede sugerir por el gráfico grupal. Un caso similar ocurre para las AUC en descuento probabilístico.

El segundo hallazgo se vincula con lo mencionado anteriormente, en el sentido de que hace necesario el análisis individual de los participantes para entender la complejidad del comportamiento de elección. Los rangos intercuartiles de la Figura 1 daban una muestra de la variabilidad en la respuesta de los participantes en las tres tareas, hecho que se confirmó con el cálculo del nivel de ajuste individual del

modelo hiperboloide, ya que el presente estudio no confirmó que el buen nivel de ajuste grupal es semejante a nivel individual, como en estudios previos (Green et al., 1999; Lawyer et al., 2010). A pesar de las limitaciones de R^2 para la interpretación de datos ajustados a un modelo no lineal, los valores de R^2 se usan por convención y para tener un referente con estudios previos acerca de la forma de las curvas (Frye et al., 2016).

Furrebøe (2020) ofrece dos posibles explicaciones acerca de la variabilidad en la devaluación sistemática de recompensas en descuento temporal. La primera es que el descuento nulo o cambios abruptos en las preferencias, sugieren que la elección es dicotómica en lugar de ser una devaluación sistemática de todas las alternativas involucradas. En segundo lugar, las diferencias que Furrebøe también encontró entre las curvas grupales y los datos individuales, pueden sugerir que el proceso de descuento temporal, descrito como la pérdida –sistemática– del valor subjetivo de una recompensa, es un fenómeno que considera una variabilidad de formas en las curvas, tanto por los participantes que exhiben un descuento sistemático, nulo descuento, o cambios en las preferencias. Por lo cual, Furrebøe resalta la importancia de aumentar el análisis individual y de conservar los datos no sistemáticos, ya que desde una perspectiva operante, dichos datos contienen información valiosa para entender la complejidad del comportamiento de elección.

Una explicación adicional añaden los autores del presente estudio sobre la diferencia entre el análisis grupal e individual. Es posible que la naturaleza del formato de contingencias virtuales tuviera un efecto de historia en las elecciones de los participantes, a diferencia de las contingencias no experimentadas con resultados hipotéticos. Es decir, elegir esperar una demora larga en el ensayo 1, pudo ocasionar la elección de la recompensa inmediata en el ensayo 2, o elegir la recompensa riesgosa y no ganar la recompensa con 75% de posibilidad, pudo originar que la siguiente elección fuera por la recompensa segura, o elegir una recompensa con mayor esfuerzo pudo ocasionar que en el siguiente ensayo se optara por una recompensa de bajo esfuerzo. Si estos escenarios son posibles, se puede sugerir que el uso de contingencias

virtuales aumenta la validez ecológica de las elecciones que realizan las personas, en el sentido de que las elecciones están influidas tanto por variables medioambientales (incertidumbre, trabajo) como por efectos de historia (fatiga, reforzamiento, castigo). Futuras investigaciones podrían averiguar los efectos de historia en tareas de descuento con recompensas tangibles y virtuales.

El tercer hallazgo importante tiene relación con la validez divergente entre los parámetros de la ecuación en las tres tareas de descuento. La Figura 2 y las pruebas estadísticas revelaron que la separación de roles para dar cuenta del nivel de sensibilidad de los parámetros y la tasa o velocidad de aceleración de las curvas de descuento, fue más evidente para el descuento temporal y probabilístico, mientras que no se pudo confirmar la validez divergente de ambos parámetros en descuento por esfuerzo. Lo anterior sugiere que hay un nivel de redundancia entre las variables dependientes de la Ecuación 1, ya que la afectación en los valores de una variable es compensada por cambios en la otra variable. En otras palabras, la disminución del valor de una recompensa conforme aumenta el esfuerzo, cambia de manera conjunta la tasa de descuento y el nivel de sensibilidad. Este tipo de hallazgo había sido reportado por Young (2017) para descuento temporal con la ecuación hiperboloide de Green-Myerson, por lo que es necesaria mayor evidencia de cómo se comportan los parámetros de dicha ecuación dependiendo de la tarea.

Por último, los resultados del análisis factorial de este estudio revelaron que en un mismo factor se agrupan los puntos de indiferencia de descuento probabilístico y por esfuerzo, lo que contradice a los hallazgos reportados por Białaszek et al. (2019), donde los puntos de indiferencia de descuento probabilístico se separaron en dos factores y los de descuento por esfuerzo en un solo factor. Los autores del presente estudio ofrecen dos posibles explicaciones al respecto. En primer lugar, Białaszek et al. (2019) no mantuvieron la misma cantidad estándar entre las tareas, lo cual puede causar problemas de interpretación cuando las preguntas de investigación radican en comparar diferentes procesos de elección, y también pudo promover la separación de los puntos de

indiferencia. En segundo lugar, Białaszek et al. (2019) emplearon un formato de entrega de recompensas hipotéticas, por lo que es posible que cuando se experimentan las contingencias en tareas de descuento, la relación entre las variables de realizar mayor esfuerzo y el aumento del riesgo para la obtención de una recompensa mayor, sean salientes.

Los hallazgos del presente análisis factorial sugieren que el constructo de “impaciencia” es consistente independientemente del formato con el que se presenten las contingencias (i.e., hipotéticas o virtuales), así como del tipo de recompensas utilizadas (e.g., monetarias o premios) y del tipo de población. Lo cual expande la generalidad de la “impaciencia” como un proceso de elección muy específico. Por otro lado, los hallazgos con descuento probabilístico y por esfuerzo no son aún consistentes bajo la estrategia del análisis multivariado, por lo que quizá futuros estudios podrían aumentar el conocimiento acerca de cómo se comportan los puntos de indiferencia de ambos procesos.

Una limitación del presente estudio es que los resultados descansan sobre una sola cantidad estándar, lo que dificulta reafirmar la elección por recompensas pequeñas inmediatas, seguras o con bajo esfuerzo en lugar de recompensas grandes demoradas, probables y con alto esfuerzo (Mellis et al., 2017). Futuros estudios podrían comparar el efecto de dos o más cantidades para determinar si bajo contingencias virtuales es posible encontrar el efecto de magnitud ampliamente documentado, al menos en descuento temporal (Green & Myerson, 2013; Mellis et al., 2017). Otra limitación es que sólo se empleó un modelo teórico para hacer el cálculo del nivel de ajuste, sin embargo, tal y como se ha mostrado en estudios previos (Białaszek et al., 2017; Young, 2017), es posible que otra función matemática describa mejor los datos de descuento con contingencias virtuales. Por lo cual, será importante que futuras investigaciones examinen esta posibilidad.

A manera de conclusión, la implementación de las tareas de descuento con contingencias virtuales permitió optimizar el tiempo de aplicación de este tipo de tareas en niños, así como solventar las limitaciones de costo-beneficio por el tipo de recompensas que se presentan dentro de la interfaz de la computadora. El uso de tareas de descuento temporal,

probabilístico y por esfuerzo con contingencias virtuales podría apoyar a la identificación de mecanismos de elección de “impaciencia”, “propensión al riesgo”, o “poca disposición” en edades tempranas, aumentando el conocimiento de la forma en que se descuentan recompensas en diversas poblaciones. Sin embargo, la discrepancia entre el análisis grupal e individual sugiere que la interpretación de diferentes procesos de elección, debe examinarse a la luz de la variabilidad intrasujeto.

Referencias

- Aparicio, C. (2015). Comparing models of intertemporal choice: Fitting data from Lewis and Fischer 344 rats. *Conductual*, 3(2), 82–110. ISSN: 2340-0242.
- Białaszek, W., Marcowski, P., & Ostaszewski, P. (2017). Physical and cognitive effort discounting across different reward magnitudes: Test of discounting models. *PLOS ONE* 12(7), 1–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182353>
- Białaszek, W., Ostaszewski, P., Green, L., & Myerson, J. (2019). On four types of devaluation of outcomes due to their cost: delay, probability, effort, and social discounting. *The Psychological Record*, 69(3), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s40732-019-00340-x>
- Bickel, W. K., MacKillop, J., Madden, G. J., Odum, A. L., & Yi, R. (2015). Experimental manipulations of delay discounting and related processes: an introduction to the special issue. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 103(1), 1–9. <https://doi.org/10.1002/jeab.133>
- Bock, R. D. (1985). *Multivariate statistical methods in behavioral research*. Scientific Software International.
- Bonnelle, V., Veromann, K. R., Heyes, S., Sterzo, E., Manohar, S., & Husain, M. (2015). Characterization of reward and effort mechanisms in apathy. *Journal of Physiology – Paris*, 109, 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2014.04.002>

- Centro de Cultura Digital. (2017). Desarrollo de videojuegos. Recuperado de: http://vision.centroculturadigital.mx/media/done/manual%20videojuegos_ok_final.pdf
- Du, W., Green, L., & Myerson, J. (2002). Cross-Cultural Comparisons of Discounting Delayed and Probabilistic Rewards. *The Psychological Record*, 52(4), 479–492. <https://doi.org/10.1007/BF03395199>
- Frye, C.C., Galizio, A., Friedel, J.E., DeHart, W.B., & Odum, A.L. (2016). Measuring Delay Discounting in Humans Using an Adjusting Amount Task. *Journal of Visualized Experiments: JoVE*, (107), 53584. <https://doi.org/10.3791/53584> (2016)
- Furrebøe, E. F. (2020). The sign effect, systematic devaluations and zero discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1–18. <https://doi.org/10.1002/jeab.598>
- Gatzke-Kopp, L. M., Ram, N., Lydon-Staley, D. M., & Dupuis, D. (2018). Children's Sensitivity to Cost and Reward in Decision Making across Distinct Domains of Probability, Effort, and Delay. *Journal of Behavioral Decision Making*, 31, 12–24. <https://doi.org/10.1002/bdm.2038>
- Gómez, E. G., García V. I., Morales, C. S., López, F. A. L., & Alcalá T. E. J. (2020). Manual de Análisis de Datos de Descuento Temporal en RStudio® (MADDTeR). Red Universitaria de Aprendizaje (RUA) de la UNAM. <https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/85989>
- Green, L., Fry, A. F., & Myerson, J. (1994). Discounting of delayed rewards: A life-span comparison. *Psychological Science*, 5, 33–36. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1994.tb00610.x>
- Green, L., & Myerson, J. (2013). How many impulsivities? A discounting perspective. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 99(1), 3–13. <https://doi.org/10.1002/jeab.1>
- Green, L., & Myerson, J. (2019). On the complexity of discounting, choice situations, and people. *Perspectives on Behavior Science*, 1–11. <https://doi.org/10.1007/s40614-019-00209-y>

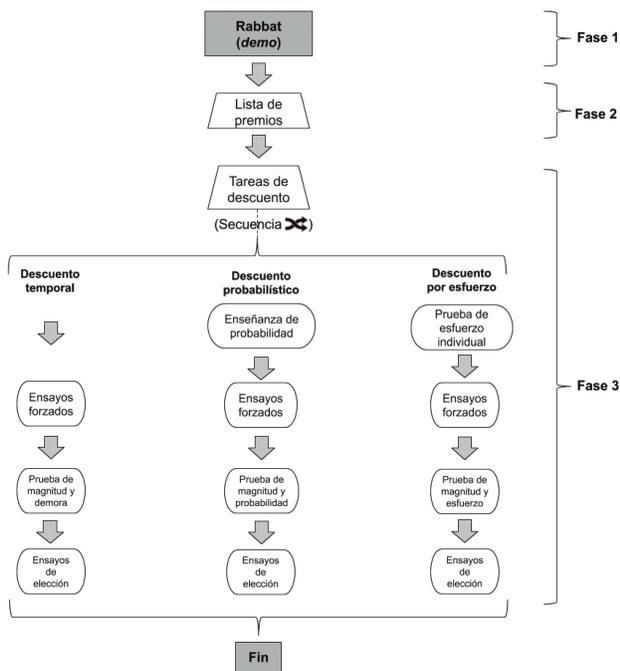
- Green, L., Myerson, J., & Ostaszewski, P. (1999). Amount of reward has opposite effects on the discounting of delayed and probabilistic outcomes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25(2), 418–427. <https://doi.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F0278-7393.25.2.418>
- Hendrickson, K. L., & Rasmussen, E. B. (2013). Effects of mindful eating training on delay and probability discounting for food and money in obese and healthy-weight individuals. *Behaviour Research and Therapy*, 51(7), 399–409. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2013.04.002>
- Hinvest, N. S., & Anderson, I. M. (2010). The effects of real versus hypothetical reward on delay and probability discounting. *The Quarterly Journal of the Experimental Psychology*, 63(6), 1072–1084. <https://doi.org/10.1080/17470210903276350>
- Instituto Mexicano del Seguro Social (2018). Calcula tu IMC [Software]. <http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/calculaimc>
- Jimura, K., Myerson, J., Hilgard, J., Keighley, J., Braver, T. S., & Green, L. (2011). Domain independence and stability in young and older adults' discounting of delayed rewards. *Behavioural Processes*, 87(3), 253–259. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2011.04.006>
- Johnson, M. W., & Bickel, W. K. (2002). Within-subject comparison of real and hypothetical money rewards in delay discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 77(2), 129–146. <https://doi.org/10.1901/jeab.2002.77-129>
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31–36. <https://doi.org/10.1007/BF02291575>
- Lawyer, S. R., Williams, S. A., Prihodova, T., Rollins, J. D., & Lester, A. C. (2010). Probability and delay discounting of hypothetical sexual outcomes. *Behavioural Processes*, 84(3), 687–692. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2010.04.002>
- Madden, G. J., Petry, N. M., Badger, G. J., & Bickel, W. K. (1997). Impulsive and self-control choices in opioid-dependent patients and non-drug-using control patients: Drug and monetary rewards.

- Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 5(3), 256–262. <http://dx.doi.org/10.1037/1064-1297.5.3.256>
- Manwaring, J. L., Green, L., Myerson, J., Strube, M. J., & Wilfley, D. E. (2011). Discounting of Various Types of Rewards by Women with and Without Binge Eating Disorder: Evidence for General Rather Than Specific Differences. *The Psychological Record*, 61(4), 561–582. <https://doi.org/10.1007/BF03395777>
- Mellis A. M., Woodford, A. E., Stein, J. S., & Bickel, W. K. (2017). A second magnitude effect: reinforcer magnitude differentiates delay discounting between substance users and controls. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 107(1), 151–160. <https://doi.org/10.1002/jeab.235>
- Mitchell, S. H. (2004). Effects of short-term nicotine deprivation on decision-making: Delay, uncertainty and effort discounting. *Nicotine & Tobacco Research*, 6(5), 819–828. <https://doi.org/10.1080/14622200412331296002>
- Morales, C. S., & Martínez, J. (2013). Prevención de las Conductas adictivas a través de la atención del Comportamiento Infantil para la crianza positiva. Manual del Terapeuta. CENADIC-SSA.
- Morales, C. S., Martínez, R. J., Nieto, J., & Lira, M. J. (2017). Crianza positiva y negativa asociada a los problemas severos de conducta infantil. *Salud y Drogas*, 17(2), 137–149. <https://doi.org/10.21134/haaj.v17i2.313>
- Myerson, J., & Green, L. (1995). Discounting of delayed rewards: Models of individual choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 64(3), 263–276. <https://doi.org/10.1901/jeab.1995.64-263>
- Myerson, J., Green, L., & Warusawitharana, M. (2001). Area under the curve as a measure of discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 76(2), 235–243. <https://doi.org/10.1901/jeab.2001.76-235>
- Ostaszewski, P., Bąbel, P., & Swebodziński, B. (2013). Physical and cognitive effort discounting of hypothetical monetary rewards.

- Japanese Psychological Research*, 55(4), 329–337. <https://doi.org/10.1111/jpr.12019>
- R Core Team. (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Rachlin, H. (1993). The context of pigeon and human choice. *Behavior and Philosophy*, 21(2), 1–17. Recuperado de: <http://www.jstor.org/stable/27759291>
- Rachlin, H., Raineri, A., & Cross, D. (1991). Subjective probability and delay. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 55(2), 233–244. <https://doi.org/10.1901/jeab.1991.55-233>
- Richards, J. B., Zhang, L., Mitchell, S. H., & de Wit, H. (1999). Delay or probability discounting in a model of impulsive behavior: effect of alcohol. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71(2), 121–143. <https://doi.org/10.1901/jeab.1999.71-121>
- Santoyo, C., & Colmenares, L. (2011). Equidad en intercambios de esfuerzo y ganancias: efectos de la información. *Acta de Investigación Psicológica*, 1(1), 77–91. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200748322011000100007&lng=es&tlng=es
- Scheres, A., Dijkstra, M., Ainslie, E., Balkan, J., Reynolds, B., Sonuga-Barke, E., & Castellanos, F. X. (2006). Temporal and probabilistic discounting of rewards in children and adolescents: Effects of age and ADHD symptoms. *Neuropsychologia*, 44(11), 2092–2103. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.10.012>
- Scheres, A., Tontsch, C., Thoeny, A. L., & Kaczurkin, A. (2010). Temporal reward discounting in attention-deficit/hyperactivity disorder: the contribution of symptom domains, reward magnitude, and session length. *Biological Psychiatry*, 67(7), 641–648. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2009.10.033>
- Scheres, A., Tontsch, C., Thoeny, A. L., & Sumiya, M. (2014). Temporal reward discounting in children, adolescents, and emerging adults during an experiential task. *Frontiers in Psychology*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00711>

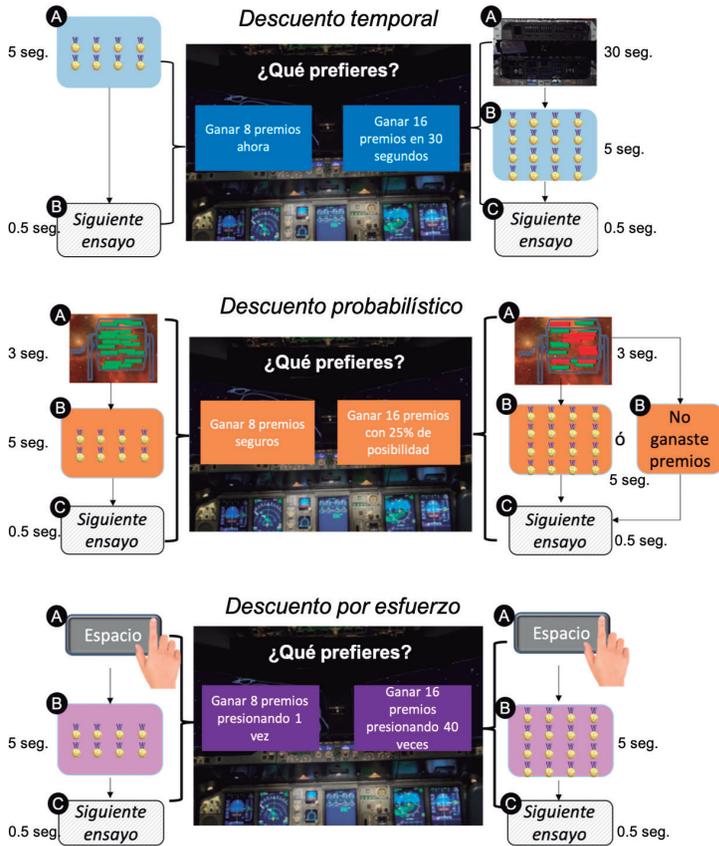
- Secretaría de Educación Pública ([SEP], 2011). Aprendizaje y enseñanza de las matemáticas escolares. Casos y perspectivas. ISBN: 978-607-467-053-0. Recuperado de: http://edu.jalisco.gob.mx/cepse/sites/edu.jalisco.gob.mx.cepse/files/matematicas_web.pdf
- Sociedad Mexicana de Psicología. (2009). *Código ético del psicólogo*. Trillas.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using Multivariate Statistics* (5th ed.). Allyn and Bacon.
- Vanderveldt, A., Oliveira, L., & Green, L. (2016). Delay discounting: Pigeon, rat, human – Does it matter? *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 42(2), 141–162. <https://doi.org/10.1037/xan0000097>
- Vessells, J., Sy, J. R., Wilson, A., & Green, L. (2018). Effects of Delay Fading and Signals on Self-Control Choices by Children. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 51, 374–381. <http://dx.doi.org/10.1002/jaba.454>
- Wilson, V. B., Mitchell, S. H., Musser, E. D., Colleen, F., & Nigg, J. T. (2011). Delay discounting of reward in ADHD: application in young children. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52(3), 256–264. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2010.02347.x>
- Young, M. E. (2017). Discounting: A practical guide to multilevel analysis of indifference data. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 108(1), 97–112. <https://doi.org/10.1002/jeab.265>

Apéndice A. Diagrama de Flujo



Nota. Diagrama de flujo para representar la ruta de fases y condiciones dentro de las tareas experimentales. Los rectángulos grises simbolizan el inicio y final de las tareas. El demo corresponde a la Fase 1, la lista de premios a la Fase 2 y la presentación de las tareas de descuento a la Fase 3. El símbolo “ \times ” expresa que el orden de presentación de la secuencia de las tres tareas de descuento fue aleatorio, en las cuales se desarrollaron subfases (rectángulos con bordes circulares) correspondientes a la tarea en curso. Rabbat finalizaba al término de la tercera tarea.

Apéndice B. Representación de las Contingencias Programadas



Nota. Representación de las contingencias que los participantes experimentaban en la tarea de descuento temporal (panel superior), probabilístico (panel intermedio) y por esfuerzo (panel inferior). El tamaño de la imagen de la recompensa fue el mismo, independientemente de la cantidad a ganar. El primer ensayo de cada parámetro (demora, probabilidad, esfuerzo) presentaba el ajuste de 8 premios [cantidad ajustable] y 16 premios [cantidad fija]. El procedimiento de ajuste de la cantidad operaba en función de la elección previa en cada ensayo.