

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE PSICOLOGÍA



PUCP

Aversión a la pérdida y activaciones corticales frontales ante la toma de decisiones

Tesis para optar el título de Licenciado en Psicología con mención en Psicología Social que
presenta el Bachiller

Bryan José Ccasane Vargas

ASESOR

Alex Ernesto Dávila Dávila

Lima, 2019

Agradecimientos

Quisiera agradecer, en primer lugar, al profesor Álex Dávila, mi asesor de tesis y mentor. Gracias por su compromiso como docente e investigador; la rigurosidad académica; su confianza incondicional y la motivación brindada para adentrarme a este campo de estudio.

Mi agradecimiento a los profesores Francisco Cuéllar y Franklin del Departamento de Ingeniería, quienes en la condición de directores del CETAM –profesores Cuéllar y Ríos- y del Laboratorio de Bioingeniería –profesor Luis Vilcahuamán-, me facilitaron el acceso a las instalaciones y equipos necesarios para hacer la presente investigación.

Mi agradecimiento también, a Camilo Miranda, Álvaro Ramón y Anasí Franco; antiguos encargados del Laboratorio de Bioingeniería. Gracias por brindarme un pequeño espacio en las instalaciones a pesar de que no era miembro.

A Renato Paredes, por su apoyo y consejos brindados para el desarrollo de mi tesis en un tema de neurociencias, incluso hasta antes de plantearla. A Christihan Laurel, y Juan Alarcón por la paciencia y la importante ayuda que me brindaron para afrontar y superar las dificultades y retos técnicos de este trabajo. A Sandra Linares, por su apoyo en la solución de diferentes problemas como compañera de asesoría.

Al magíster Juan Carlos Saravia y al bachiller Rolando Valderrama quienes como jefe y compañero de mi práctica pre-profesional respectivamente, supieron comprender y apoyar en la parte metodológica y técnica enseñándome diversos métodos y programas, incluso robándole tiempo a sus múltiples ocupaciones.

Quiero agradecer a mi querida familia: José Ccasane, Felicitas Vargas, Elizabeth Bravo y Jazmín Ccasane; por el constante apoyo y confianza que me han brindado durante mi vida universitaria: Este logro también es de ustedes.

Por último, me gustaría agradecer a todos mis amigos que me acompañaron en mi proceso de formación: Diana Ormachea, Ana Luisa Tacca, Valeria Mori, y demás compañeros. Sé que seguiremos unidos y compartiendo retos y logros de nuestras vidas como profesionales.

Resumen

Las investigaciones basadas en la neuroeconomía tienen aplicaciones en modelos económicos y en la evaluación de políticas públicas. El presente trabajo tuvo como objetivo identificar diferencias de activaciones de regiones corticales frontales ante diferentes magnitudes de pérdida y ganancia que activen la aversión a la pérdida. Para ese propósito, se realizó un estudio experimental con 12 participantes, a quienes se les hizo el registro de las señales cerebrales de ondas lentas mientras realizaban un experimento consistente en aceptar o rechazar una serie de apuestas con diferentes magnitudes de ganancia y pérdida por tres condiciones experimentales: apuesta atractiva, apuesta indiferente y apuesta poco atractiva. No se encontraron diferencias significativas para la amplitud de onda correspondiente a las diferentes condiciones experimentales. No obstante, se encontró una relación negativa entre asimetría hemisférica y aversión a la pérdida ($r=-.68$; $p=.03$). Los resultados enriquecen la discusión académica y las preguntas con respecto a la estandarización de la medida aversión a la pérdida; con el objetivo de obtener resultados concluyentes.

Palabras claves: Aversión a la pérdida, potencial relacionado a eventos, economía conductual, neuroeconomía, electroencefalografía

Abstract

Researches based on neuroeconomics have applications in economic models and in the evaluation of public policies. The objective of this work was to identify differences in activations of frontal cortical regions with different magnitudes of loss and gain that activate loss aversion. For this purpose, an experimental study was carried out with 12 participants, and the brain signals of the lenses were also recorded, while an experiment was carried out to recognize and reject a series of bets with different magnitudes of gain and loss for three terms. Experimental: attractive bet, indifferent bet and unattractive bet. No significant differences were found for the wave amplitude and the independent variables. However, a negative relationship between hemispheric asymmetry and loss aversion was found ($r=-.68$; $p=.03$). The results enrich the academic discussion and the questions regarding the standardization of the measure of aversion to loss; with the aim of obtaining conclusive results.

Keys words: Loss aversion, event-related potential, behavioral economics, neuroeconomics, electroencephalography

Tabla de contenidos:

Introducción	1
Método	10
Participantes	10
Medición	10
Procedimiento	11
Análisis de datos	13
Resultados	15
Discusión	17
Referencias	23
Anexos	32
Anexo A: Protocolo de consentimiento informado para participantes	33
Anexo B: Ficha sociodemográfica	34
Anexo C: Pruebas de normalidad	35

Introducción

La toma de decisiones es un proceso cognitivo superior el cual consiste en la habilidad de analizar diferentes alternativas, con el objetivo de elegir la más conveniente (Rilling & Sanfey, 2011). Durante los últimos años, diferentes disciplinas se han centrado en estudiar qué aspectos influyen en la toma de decisiones (Engelmann & Hein, 2013; Loewenstein, Rick, & Cohen, 2008). Entre ellas, una de las ramas que estudian estos fenómenos es la economía conductual.

La economía conductual es una rama interdisciplinaria entre la economía y la psicología; la cual estudia cómo los procesos cognitivos y comportamentales influyen en la toma de decisiones económicas (Kosciuczyk, 2012). Dentro de este marco conceptual, se propone que las decisiones financieras son causa de sesgos cognitivos, influencias espúreas y estados emocionales de las personas (Kahneman & Tversky, 1979). Por medio de recopilación de datos experimentales y tomando como base la psicología cognitiva, se proponen explicaciones que contrastan con diferentes modelos de decisión tradicionales (Kahneman, 2011). De esta forma, dicha propuesta deslinda con el supuesto de la economía que sostiene que las personas toman decisiones racionales buscando la maximización de beneficios (Loewenstein et al., 2008).

Sobre este campo se desarrolla la neuroeconomía o economía conductual aplicada a las neurociencias. Específicamente, esta subdisciplina propone que existe un mecanismo de funcionamiento neuronal subyacente en la arquitectura de toma de decisiones económicas (Loewenstein et al., 2008; Sharp, Monterosso, & Montague, 2012). En otras palabras, los procesos cognitivos que influyen en la toma de decisiones poseen rutas específicas que se dan en el sistema nervioso, las cuales presentan dinámicas distintas de acuerdo al contexto y tipo de elección (Loewenstein et al., 2008).

Dentro del campo de la economía conductual aplicado a las neurociencias, se han estudiado los procesos de desconfianza e injusticia, teoría de juegos, sesgos relacionados a situaciones de riesgo e incertidumbre (aversión a la pérdida y sesgo de ambigüedad), así como el costo hiperbólico y la toma de decisiones colectivas (Gigerenzer & Gaissmaier, 2011; Pfarr, 2016). Considerando lo mencionado anteriormente, es posible ahondar en el concepto de aversión a la pérdida, el cual es uno de los conceptos de mayor interés de la economía conductual aplicada a las neurociencias (Loewenstein et al., 2008).

La aversión a la pérdida es un sesgo cognitivo; específicamente, es la tendencia a percibir las pérdidas con mayor impacto que las posibles ganancias, a pesar de que, en términos absolutos tengan la misma magnitud (Aperjis & Balestrieri, 2018; Currie et al., 2017; Duke et al., 2017; Pfarr, 2016; Rick, 2011). Desde el campo de la economía conductual, la aversión a la pérdida se relaciona a la fijación de un punto de referencia de evaluación, el cual puede afectar la percepción de utilidad esperada al momento de tomar una decisión del tipo monetario (Aperjis & Balestrieri, 2018). Es decir, consiste en un tipo del sesgo de status quo, ya que dependiendo de la forma en que se presenta la referencia y tiempo específico; la evaluación puede ser positiva (percepción de recompensa) o negativa (percepción de pérdida) (Aperjis & Balestrieri, 2018; Pfarr, 2016). De acuerdo con Kahneman y Tversky (1979), la dinámica de la aversión a la pérdida puede ser explicada por medio de la teoría prospectiva. Esta explica que las pérdidas reciben mayor atención que las ganancias porque son ponderadas con mayor intensidad, en términos de utilidad esperada (Pérez, 2013; Pfarr, 2016). Específicamente, las pérdidas reciben el doble de valor subjetivo en comparación a las ganancias (Duke et al., 2017; Hasler, 2012; Tom, Fox, Trepel, & Poldrack, 2007). De esta manera, dicho sesgo influye en el proceso de toma de decisiones (Loewenstein et al., 2008; Rick, 2011). Principalmente, influye en que las personas tomen elecciones más conservadoras; sean más selectivas al momento de elegir y alteren sus motivaciones de consumo sobre un punto de referencia (Aperjis & Balestrieri, 2018; Kőszegi & Rabin, 2009).

En otras palabras, la presencia de la aversión a la pérdida surge en toma de decisiones bajo incertidumbre (Canessa et al., 2013; Kokmotou et al., 2017). Sobre esta situación, el individuo termina por tomar decisiones en base a sesgos más seguros para sí mismo. Este comportamiento se explica en que el apego al status quo provee seguridad a las personas ante momentos de incertidumbre; y por lo tanto, las personas tenderían a ser más conservadoras (Rubio, 2015).

La forma en que se estudia este fenómeno en el campo de las neurociencias es por medio de técnicas electroencefalográficas durante simulaciones de tomas de decisiones (Barkley-Levenson, Van Leijenhorst & Galván, 2013; Canessa et al., 2017). Generalmente, las imágenes por resonancia magnética funcional (IRMf) es una de las técnicas más utilizadas en este campo de estudio (Canessa et al., 2017; Canessa et al., 2013; Tom, et al., 2007). Asimismo, estudios recientes toman en cuenta oscilaciones de las ondas lentas y alfa para

establecer comparaciones de hemisferios por medio de la técnica de “scalp” (Duke et al., 2017; Heeren, Markett, Montag, Gibbons, & Reuter, 2016); la cual es un método no invasivo donde los electrodos se ubican en la superficie de la cabeza (Pereyra, 2011). Una de las técnicas más utilizadas es el potencial relacionado a eventos (PRE) en la evaluación de funciones cognitivas; dicho método consiste en estudiar los cambios de voltaje por una actividad sincrónica de un grupo de neuronas ante la presencia de un estímulo (Pereyra, 2011). Esta técnica es utilizada principalmente en investigaciones sobre procesos cognitivos y afectivos (Lopez-Calderon & Luck, 2014), así como en estudios sobre neuroeconomía, en las que se caracterizan latencias entre 400 a 800 milisegundos (PSW) (Heeren et al., 2016). Dicho parámetro se establece puesto que dicha latencia se relaciona con el funcionamiento cognitivo ante situaciones demandantes, como lo es la toma de decisiones (Heeren et al., 2016). Otra medida utilizada es el potencial espectral, que consiste en la distribución de potencia de una onda ante determinados tipos de frecuencia (Goldfine, Victor, Conte, Bardin, & Schiff, 2011). Dicha medida es usada para identificar asimetría de activación hemisférica ante toma de decisiones de ganancia o pérdida (Duke et al., 2017; Telpaz & Yechiam, 2014).

Por su parte, el grado de aversión que presenta una persona se establece por medio de un coeficiente originado por una serie de pruebas de decisión aleatoria (Duke et al., 2017; Heeren et al., 2016; Tom et al., 2007). Específicamente, se propone situaciones de juego continuo, como el juego de azar de Iowa (Weller, Levin, & Bechara, 2010); así como situaciones de elección con valores depreciables y sin retroalimentación monetaria (Tom et al., 2007). Tomando en cuenta dichos patrones de elección, se comparan la proporción de pérdida sobre las ganancias para obtener los valores lambda (λ) para estudios de neuroeconomía (Duke et al., 2017; Heeren et al., 2016).

La relación teórica entre el mecanismo de aversión a la pérdida, mecanismos cognitivos y redes neuronales es relativamente diversa. Desde la teoría del procesamiento dual, se describen dos sistemas deliberativos; el primero basado en la decisión racional (sistema 2), mientras que el otro se centra en lo afectivo (sistema 1) y con tendencia a ser influenciado por sesgos (Loewenstein et al., 2008; Viswanathan, & Jain, 2013). De forma más detallada, investigaciones describen el sistema 1 como procesamiento de carácter automático, pragmático y con mayor tendencia a basarse en estereotipos y heurísticos. En cambio, el sistema 2 se relaciona al control y la deliberación basado en costos y beneficios

(Gigerenzer, & Gaissmaier, 2011). Sobre esta idea, se hipotetiza que la activación de aversión a la pérdida podría ser mediada por un sistema afectivo de carácter emocional o impulsivo; denominado “sistema 1”, el cual interfiere en la toma de decisiones objetivas (Kahneman, 2011; Rick, 2011). De esta forma, los sesgos y heurísticos guardan mayor relación con el sistema automático del procesamiento, pudiendo alterar la toma de decisión racional (Kamelman, 2017).

Lo anteriormente explicado guarda relación con algunos hallazgos que a continuación se van a reseñar. En un experimento se propuso que situaciones de pérdida y/o ganancia pueden activar diversos niveles de atención, los cuales pueden ser vistos en equipo electrofisiológico, como los electroencefalogramas (Canessa et al., 2013; Duke, et al., 2017). Por otro lado, en otro estudio se planteó que las condiciones de ganancia o pérdida pueden desencadenar diferentes niveles de atención, los cuales pueden ser estudiados en el campo de las neurociencias (Heeren et al., 2016).

Asimismo, otra explicación sugiere que podría existir un mecanismo de equilibrio cognitivo entre la activación de la aversión a la pérdida y el sistema de recompensas cerebral (Bermejo, Dorado, Zea & Sánchez, 2011; Bermejo, 2012). Por un lado, el sistema de recompensas está conformado por vías dopaminérgicas que conectan el sistema límbico, recorren el área segmental ventral, y se proyectará diferentes áreas la corteza (Bermejo et al., 2011; Heeren et al., 2016). La activación de este mecanismo podría influir en la toma de decisiones monetarias, pudiendo incrementar el riesgo en la toma de decisiones (Canessa et al., 2013; Canessa et al., 2017; Rick, 2011; Xu et al., 2013). Por otro lado, al igual que el sistema de recompensas, el sistema de aversión a la pérdida también se activan zonas del sistema límbico cuando la percepción de la decisión es negativa (Bermejo et al., 2011). Es así, que ante la toma de decisiones, la manera en que se percibe una inversión monetaria (ganancia o pérdida) activará diferentes mecanismos cerebrales (Hardin, Pine, & Ernst, 2009).

Los sistemas de inhibición y acercamiento conductual (BIS/BAS) pueden tener influencia en toma de decisiones ante incertidumbre (Studer, Pedroni, & Rieskamp, 2013). El BAS (Behavioral Approach System) consiste principalmente en la activación afectiva ante señales de incentivo (Alloy & Abramson, 2010). El BIS (Behavioral Inhibition System), por su parte, es un sistema alternativo al BAS, el cual se activa ante situaciones de castigo inhibiendo

la conducta (Studer, et al., 2013). Específicamente, las pérdidas potenciales activan el sistema inhibitorio y genera mayor sensibilidad hacia el riesgo (Studer et al., 2013).

Sobre estas propuestas, han surgido investigaciones sobre la relación entre mecanismos neurocognitivos y el sesgo de aversión a la pérdida. Diferentes autores están de acuerdo con esta premisa, ya que se ha encontrado evidencia empírica que sustenta la activación de diferentes partes del encéfalo ante simulación de decisiones (Bermejo et al., 2011; Canessa et al., 2013; Canessa et al., 2017; Heeren et al., 2016; Keren & Schul, 2009; LeDoux, 2012; Loewenstein, et al., 2008; Rick, 2011; Rilling & Sanfey, 2011). Específicamente, el área ventral estriada puede tener injerencia en los juicios y expectativas ante una situación de toma de decisiones (Delgado, Jou, & Phelps 2011). Estas expectativas podrían permitir que se anticipen posibles escenarios de ganancia y/o pérdida durante la toma de decisiones y el aprendizaje conductual de recompensas (Choi, Joe, & Mattila, 2017; Tom et al., 2007; Floresco, 2015; Knutson & Huettel, 2015).

Sobre estos hallazgos, diferentes investigaciones sostienen que la amígdala cerebral, además de la ínsula, guardan relación con las magnitudes de aversión a la pérdida, ya que se activan ante la presentación de dicho sesgo cognitivo (Bermejo et al., 2011; Canessa et al., 2013; Canessa et al., 2017; Kokmotou et al., 2017; LeDoux, 2012; Rick, 2011; Xu et al., 2013). Específicamente, es posible que las emociones negativas influyan en la sensibilidad a la pérdida, por lo que la toma de decisiones podría alterarse (Bermejo, 2012; Cohn, Engelmann, Fehr, & Maréchal, 2015; De Martino, Caremer & Adolphs, 2010; Engelmann, Berns & Dunlop, 2017). Además, otros trabajos que utilizaron imagen por resonancia magnética funcional (IRMf) identificaron activaciones en áreas del giro cingular anterior del cerebro; el cual también podría intervenir en el proceso de toma de decisiones (Canessa et al., 2017; Canessa et al., 2013; Loewenstein et al., 2008).

Por otro lado, existen opiniones divergentes con respecto a las características de la activación de la corteza frontal en la toma de decisiones bajo incertidumbre. Por medio de técnicas de IRMf, diferentes autores coinciden en que el área prefrontal; específicamente las zonas orbitofrontales, y las áreas frontales medial posterior y ventromedial, tienen un papel importante en la toma de decisiones en contextos de aversión a la pérdida (Barkley-Levenson, Van Leijenhorst, & Galván, 2013; Kokmotou et al., 2017; Rilling & Sanfey, 2011; Rick, 2011; Studer et al., 2013). No obstante, existe evidencia empírica inconsistente entre

actividad electrofisiológica de áreas frontales y grados individuales de aversión a la pérdida en técnicas de “scalp” (Duke, et al., 2017; Heeren et al., 2016). Dicho aspecto resulta novedoso, puesto que, bajo el modelo de equilibrio cognitivo, diferentes investigadores sostienen que las zonas frontales se activan durante situaciones que promueven la situación a la pérdida (Duke et al., 2017).

Estas opiniones divergentes han generado el planteamiento de nuevas hipótesis. Por un lado, se tiene la duda de si los datos de los estudios involucran interacciones de múltiples sistemas cerebrales, planteado por el paradigma de la neuroeconomía, o solo involucra la activación de un sistema (Rick, 2011). Por otro lado, evalúa si la concepción de aversión a la pérdida es de carácter dicotómico o mixto. Es decir, si las activaciones cerebrales ante toma de decisiones son “puramente atractivas” o “puramente inductoras a aversión al riesgo”; o en realidad es un efecto secuencial entre posiciones de “ganancia” y “pérdida” (Rick, 2011). Asimismo, se hacen conjeturas sobre si las pérdidas son más valoradas que las ganancias (Rick, 2011). Específicamente, el autor propone que la teoría de la aversión a la pérdida responde a otras necesidades, por lo que su utilidad esperada no debería ser menor que la percepción de ganancia económica (Rick, 2011). Por último, investigadores más escépticos señalan que los estudios actuales carecen de certeza, puesto que no se toma en cuenta el tipo de contexto u otras situaciones que desencadenan la aversión a la pérdida (Loewenstein et al., 2008).

Con respecto al último punto, se reseñan a continuación otros hallazgos que agregan la influencia de múltiples factores. Trueblood (2015) explica que el efecto de la aversión a la pérdida en una decisión podría depender del tipo de estímulo recibido (hedónico-indiferente). Por su parte Schulreich, Gerhardt y Heekeren (2016), explican que un tipo de miedo contextual también podría intensificar la aversión a la pérdida, aunque no ahondan en otros tipos de miedo (Strickland, Beckman, Rush, & Stoops, 2017). Asimismo, en una investigación se presentó que personas con trastornos psicológicos presentan patrones de decisión distintos y, por lo tanto, diferente manifestación del sesgo de aversión a la pérdida. También, que personas con esquizofrenia presentan bajos niveles de aversión a la pérdida, ya que presentan problemas de regulación en la dopamina (Currie et al., 2017). Otro estudio mostró que los pacientes obsesivos-compulsivos no medicados poseían altos niveles de aversión en comparación a poblaciones normales, ya que su percepción al tomar decisiones

se encuentra alterada (Sip, Gonzalez, Taylor, & Stern, 2017). Por último, se evidenció que las personas con depresión poseían niveles de aversión a la pérdida diferentes que individuos sanos, puesto que procesan y perciben de forma distinta la recompensa (Engelmann et al., 2017).

Por su parte, Heeren y colegas (2016) explican que diferentes tipos de situaciones de incertidumbre pueden afectar las activaciones del sistema cognitivo y afectivo. En su estudio encontraron diferencias al segmentar el tipo de decisión por el nivel de aversión a la pérdida en cada apuesta (bajo y alto) y el tipo de conflicto que puede generar (atractivo, indiferente, poco atractivo) en interacción con niveles de aversión a la pérdida; existen diferencias tanto en tiempos de reacción como en amplitudes de onda (Heeren et al., 2016). Por lo tanto, es posible que la injerencia de la aversión a la pérdida en activaciones del área frontal pueda deberse al tipo de apuesta en que se presenta al sujeto. Actualmente, se plantean muchas interrogantes sobre cómo interactúan diferentes áreas del encéfalo ante situaciones de aversión a la pérdida (Heeren et al., 2016; Keren & Schul, 2009).

Con respecto a las activaciones de cada hemisferio en situaciones de aversión a la pérdida, también existen posiciones divergentes. De acuerdo a distintos trabajos, existe evidencia empírica en la que se observa una relación entre la función de aversión a la pérdida y activaciones hemisféricas de las áreas corticales del cerebro (Canessa et al., 2017; Duke et al., 2017; Rick, 2011). Específicamente, el hemisferio derecho puede tener injerencia en la conducta de aversión a la pérdida (Duke et al., 2017; Gianotti et al., 2009; Harmon-Jones, Gable, & Peterson, 2010). En otras palabras, el hemisferio derecho se relaciona con mayor incidencia de conductas riesgosas en comparación con su contraparte (Duke et al., 2017). En concordancia con esta idea, diferentes investigadores han observado mayores niveles de insensibilidad de aversión a la pérdida en pacientes lesionados cuando el hemisferio derecho era afectado (Blakemore, & Robbins, 2012; Gläscher, et al, 2012; Szczepanski, & Knight, 2014). Por su parte, Ramsøy, Skov, Christensen, & Stahlhut (2018) encontraron asimetrías de activación en la corteza frontal en las ondas alfa y gamma al momento de tomar una decisión financiera. Específicamente, reportan que dichos cambios se observaron en las zonas F3 y F4 según el posicionamiento planteado por Jasper (1958).

Sin embargo, en un estudio reciente no se observó relación entre el grado de asimetría de activación de ondas alfa y el coeficiente de aversión a la pérdida en zonas

frontales (Duke et al., 2017). Según estos autores, la relación asimétrica hemisférica y aversión a la pérdida es en zonas parietales y occipitales, mas no en zonas frontales. Este punto es interesante, puesto que debate con otros trabajos que explican que las activaciones asimétricas provienen de áreas corticales frontales (Harmon-Jones et al., 2010; Canessa et al., 2013).

Esta tendencia también se observa al analizar las relaciones entre situaciones de aversión a la pérdida, activación de regiones frontales y el sexo de las personas. Se plantea que los varones toman decisiones más riesgosas que las mujeres (Cross, Copping, & Campbell, 2011; Killgore, Grugle, Killgore, & Balkin, 2010). Por lo tanto, es probable que sean más insensibles a la aversión a la pérdida y/o castigo (Duke et al., 2017). A mayor detalle, Cross y colegas (2011) explican que los varones poseen mayor tendencia a ser tomadores de riesgos ya que son más impulsivos. Por otro lado, existe evidencia que los hombres tienden a ser más susceptibles a sesgos en toma de decisiones en comparación con las mujeres (Choi, Joe, & Mattila, 2017). Estas características los hace menos sensibles al miedo de una pérdida monetaria en comparación con las mujeres (Choi, Joe, & Mattila, 2017).

Asimismo, otras investigaciones sugieren que el nivel de testosterona, el cual es mayor en varones en comparación con mujeres, puede relacionarse negativamente con la sensibilidad de aversión a la pérdida (Stanton et al., 2011). Sin embargo, aún existen algunas inconsistencias con respecto a las diferencias significativas de activación del área frontal entre varones y mujeres. Es decir que al utilizar herramientas de electroencefalografía, no se encuentran diferencias claras entre varones y mujeres de forma concluyente (Duke et al., 2017).

En ese sentido, identificar si existe un patrón de activaciones consistentes en la corteza frontal en su relación con la aversión a la pérdida resulta relevante para el desarrollo del paradigma de la economía conductual (Loewenstein et al., 2008). En el ámbito académico, brindaría recursos que alimentarían las opiniones encontradas con respecto de la corteza frontal (Duke et al., 2017). Por otro lado, estudios de economía conductual aplicados a las neurociencias resultan importantes para el desarrollo de nuevas propuestas basadas en estudios experimentales. Es por ello que estudios de esta índole resultan relevantes, ya que

brindan recursos para la construcción de modelos económicos y estrategias de decisión más confiables (Loewenstein et al., 2008).

Asimismo, el desarrollo de este tipo de estudios tiene aplicaciones en investigaciones de mercado y pueden alimentar diferentes teorías del comportamiento del consumidor (Kosciuczyk, 2012; Montgomery, 2011; Neuman & Böckenholt, 2014). Con respecto a la aversión a la pérdida; puesto que es un sesgo común, se presenta en decisiones de compra cotidiana, por lo cual es un aspecto interesante para el desarrollo publicitario de productos y servicios (Kosciuczyk, 2012; Pfarr, 2016). En un estudio metanalítico, se observó que el sesgo de aversión a la pérdida se manifestaba en las elecciones de marcas de los consumidores (Neuman & Böckenholt, 2014). Por último, estudios de esta índole funcionan como fundamentos para el desarrollo y gestión de las políticas públicas (Bermejo et al., 2011; Kosciuczyk, 2012; Pfarr, 2016). El fenómeno de aversión a la pérdida junto otros conceptos pueden explicar y servir para desarrollar propuestas para reducir los grados corrupción en el sector público (Ly, Mazar, Zhao, & Soman, 2016; Starmer, 2016).

Por todo lo anterior, la presente investigación tiene como primer objetivo comparar los niveles de activación en áreas frontales para diferentes niveles de conflicto de decisión (atractivo, indiferente, poco atractivo) en combinación con los grados de aversión a la pérdida (alto y bajo). Como segundo objetivo, se busca analizar la relación entre la asimetría de activación hemisférica del área frontal y grados de aversión a la pérdida. Por último, el tercer objetivo planteado es comparar los grados de aversión a la pérdida entre varones y mujeres.

Con respecto al primer objetivo específico, la hipótesis de este trabajo es que, ante situaciones con diferentes grados de conflicto de decisiones y aversión a la pérdida, se presentarán diferencias entre las oscilaciones de ondas en el área frontal; tomando en cuenta la base teórica y parte de la evidencia empírica (Canessa et al., 2013; Canessa et al., 2017; Tom et al., 2007; Rick, 2011; Rilling & Sanfey, 2011). Con respecto al segundo objetivo específico, se espera identificar una relación inversa entre la asimetría entre los hemisferios derecho e izquierdo y los grados de aversión a la pérdida, en concordancia con los hallazgos de Duke et al. (2017). Asimismo, en relación al tercer objetivo específico, se espera que las mujeres tengan mayores índices de aversión a la pérdida que los varones (Duke et al., 2017; Wacker et al., 2010).

Método

Participantes

La muestra fue conformada por 12 personas (7 mujeres, 5 varones) de una universidad privada de Lima, las cuales participaron del estudio de manera intencional y voluntaria ($M = 22.81$; $D.E. = 2.71$). Como criterios de inclusión para participar en la investigación, se verificó que los participantes no presentaran historial clínico de enfermedades neurológicas; psicológicas; adicciones o algún otro aspecto que influya en la toma de decisiones (Heeren et al., 2016). Dicha información fue recolectada por medio de una ficha sociodemográfica (ANEXO B). Asimismo, el investigador brindó el respectivo consentimiento informado (ANEXO A); explicando los objetivos de la investigación. Dicho documento siguió con los reglamentos del Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos y Animales (CEISHA); con el fin de garantizar el bienestar del participante (Pontificia Universidad Católica del Perú, s/f). Culminada la prueba, el investigador describió detalladamente los objetivos de investigación, y la lógica detrás de la metodología.

Medición

Las señales electroencefalográficas fueron registradas y amplificadas utilizando el hardware de adquisición de señales BIOPAC MP 160 conectado a un amplificador EEG100C; las cuales fueron producidas y procesadas para ser mostradas en interfaz de PC con usuario por medio del software AcqKnowledge 5.0 (Biopac System, 2017). El sistema de adquisición descrito tuvo como objetivo adquirir las señales eléctricas en localizaciones específicas de la cabeza captada por medio de electrodos posicionados de acuerdo al Sistema Internacional 10-20 planteado por Jasper (1958).

Las señales captadas fueron adquiridas y amplificadas con una ganancia de 50000. También, se aplicaron filtros en línea de pasa alto y pasa bajo teniendo como frecuencias de corte 30 Hz y 0.005 Hz respectivamente. De esta manera, la actividad eléctrica del cerebro fue medida con el mencionado sistema colocando tres electrodos en las posiciones Fz; F3 y F4; utilizando amplificadores EEG100C del BIOPAC. Como referencia; se utilizó la posición A1 durante el experimento, cuya ubicación anatómica es el mastoide izquierdo (Heeren et al., 2016; Kokmotou et al., 2017). Después de aplicar el experimento; se estableció una referencia un electrodo en la posición Cz. Asimismo, el electrodo en la ubicado en la posición Fpz se establecerá como punto a tierra. Por último, se registró que la impedancia tuviera

valores menores a $5k\Omega$ entre cada par de electrodos (Duke et al., 2017; Heeren et al., 2016; Teplan, 2002).

Potencial relacionado a eventos. Medida de los cambios de voltaje de un grupo de neuronas ante la presencia de un estímulo (Pereyra, 2011). Para el cálculo correspondiente, se tomó en cuenta el criterio de amplitud de onda y latencia propuesto por Heeren et al. (2016). Específicamente, se estudió la amplitud media de las ondas en intervalos de 400 a 800 milisegundos luego de presentarse el estímulo.

Aversión comportamental a la pérdida (Tom et al., 2007). Dicha medida representa el grado de aversión a la pérdida individual; la cual fue reportada en una escala Likert de cuatro opciones (1=definitivamente en desacuerdo; 2=En desacuerdo con cierta duda; 3=De acuerdo con cierta duda; 4=Definitivamente de acuerdo). Para el cálculo del indicador de aversión a la pérdida, se aplicó el método utilizado por Tom y colegas (2007). Se utilizó las decisiones en las simulaciones; se colapsaron las 4 opciones de respuesta en dos (aceptación vs rechazo); se hizo una regresión logística y se analizaron los coeficientes betas no estandarizados. Dichos resultados fueron operados utilizando la fórmula $\lambda = -\beta_{loss} / \beta_{gain}$ (Tom et al., 2007). Posteriormente, se dividieron los datos en alta y baja aversión tomando como criterio la mediana (Heeren et al., 2016).

Asimetría hemisférica. Es la comparación de activación entre dos posiciones ubicados en izquierdo y derecho (Duke et al., 2017). Para la medida de esta variable, los potenciales espectrales de la frecuencia alfa (8-12.75 Hz) fueron transformados a base logarítmica; para luego sustraer la activación del lado izquierdo con respecto al derecho ($\ln F3 - \ln F4$) (Telpaz & Yechiam, 2014).

Procedimiento

El diseño de este trabajo consiste en un estudio factorial mixto. Específicamente, consiste en una serie de apuestas durante un tiempo determinado y medir las activaciones cerebrales del participante. La variable dependiente en este experimento fue la amplitud de onda obtenida al momento tomar una decisión en cada apuesta. La primera variable independiente es el nivel de conflicto. Esta variable fue de carácter intrasujeto y la cual fue manipulada por medio los montos de cada apuesta (Heeren et al., 2016). La segunda variable es el nivel de aversión a la pérdida. Esta no fue manipulada y de carácter intersujeto (Barkley-Levenson et al., 2013; Duke et al., 2017; Tom et al., 2007).

El experimento fue realizado en el Laboratorio de Bioingeniería de la PUCP entre las 13:00 y las 19:00 entre lunes y sábado. Con los encargados de dicho establecimiento, se coordinaron horarios disponibles para la aplicación del estudio con el objetivo de garantizar la ausencia de distractores durante el desarrollo del experimento. Luego que los participantes llenaron el consentimiento informado y la ficha sociodemográfica (ANEXO B); abrieron un archivo del programa Psychopy 1.80 (Peirce, 2009) en una laptop Lenovo Core I7, donde siguieron las instrucciones previamente establecidas. La tarea consistió en leer dos opciones de apuesta simulada, donde se plantean la probabilidad de ganar o perder cierta cantidad de dinero (50%/50%). Las ganancias variaron entre diez a cuarenta soles con aumentos de dos soles. Por su parte, las pérdidas oscilaron entre cinco a veinte soles, con aumentos de un sol. En esta simulación, el participante tuvo 4 opciones de respuesta utilizando una escala Likert (1=definitivamente en desacuerdo; 2=En desacuerdo con cierta duda; De acuerdo con cierta duda; 4=Definitivamente de acuerdo). Para que el participante elija una alternativa, se programaron las teclas del teclado para registrar las opciones de respuesta al momento de presentarse el estímulo. Asimismo, se sincronizaron los datos recogidos por programa BIOPAC y los estímulos presentados en el Psychopy 1.8 siguiendo el procedimiento descrito por Paredes (2017).

La duración máxima de cada ensayo fue de aproximadamente 5.6 segundos. No obstante, se pidió a cada participante que responda en los próximos tres segundos luego de haber sido presentado el estímulo de acuerdo con el método de Tom et al. (2008). Caso contrario, no se consideró la respuesta del participante para el análisis de resultados. Se realizaron 180 ensayos, aleatorizando las opciones de ganancia y pérdida para cada participante; para calcular la amplitud de onda media posteriormente.

Para generar la variable de nivel de conflicto, se segmentaron las apuestas acordes a la proporción de ganancia/pérdida. La primera condición se llamó “atractivo de bajo conflicto”, y su cociente de pérdida/ganancia varió entre 0.13 a 0.3. La segunda condición se llamó “indiferente de alto conflicto”, cuyo cociente osciló de pérdida/ganancia osciló entre 0.44 a 0.57. La tercera y última condición se etiquetó como “poco atractivo de bajo conflicto”, cuyo rango varió entre 0.8 a 2. Los ensayos fueron clasificados bajo las condiciones de conflicto de acuerdo con el criterio de Heeren et al. (2016).

La variable de nivel de aversión a la pérdida se obtuvo al realizar una regresión logística binaria, con las opciones de respuestas fueron colapsadas en “aceptación” y “rechazo”. Luego, con los coeficientes betas no estandarizados, fueron se operó la fórmula $\lambda = -\beta_{loss} / \beta_{gain}$. Los resultados se estandarizaron en puntajes z y se dividieron los casos de acuerdo con la mediana.

Los datos obtenidos fueron analizados con el software libre EEGLAB (v.14.1.1) (Delorme & Makeig, 2004). Dicho programa es una extensión del programa Matlab (v. 2017a) (The MathWorks, 2017), el cual permitió analizar las señales registradas en el electroencefalograma. Antes de comenzar con los análisis, se segmentaron los datos de EEG de aproximadamente 5,6 segundos. El ensayo estuvo conformado por 1 segundo de preparación, 3 segundos de la presentación del estímulo y 1,6 segundos de intervalo. En cada ensayo se estableció un segmento de 1200 milisegundos; de los cuales los primeros 200 milisegundos fueron la línea base; y durante 1000 milisegundos se recogieron las señales al inicio del estímulo; repetidos 180 veces y divididos 4 bloques (Heeren et al., 2016). Con respecto a los objetivos específicos, se analizó la asimetría hemisférica hallando la diferencia entre la activación del hemisferio izquierdo con el derecho de las ondas alfa (8-12.75 Hz) (Duke et al., 2017). Para dicha operación, se implementó el espectro de potencia de las pruebas del electroencefalograma, para luego aplicar una sustracción entre los voltajes analizados ($\ln F3 - \ln F4$). Dicha variable se estandarizó en puntajes z siguiendo la metodología de Duke y colegas (2017).

Siguiendo el criterio de investigadores en estudios de electroencefalografía, se descartaron los ensayos que contenían artefactos utilizando el método de la probabilidad y límites (Heeren et al., 2016; Paredes, 2017). De esta forma, se eliminaron valores de voltaje por encima o debajo de tres desviaciones estándares con respecto a la media; o mayores a 75 microvoltios. En caso de eliminarse más del diez por ciento de los ensayos totales, los datos recolectados de dicho participante se descartaron (Heeren et al., 2016).

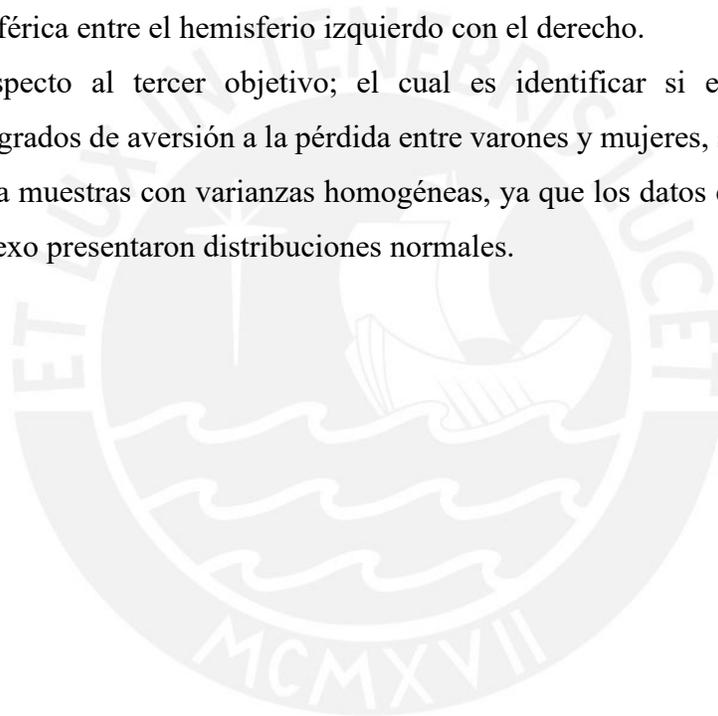
Análisis de datos

Teniendo los datos validados, se realizaron los contrastes estadísticos correspondientes. Dichos contrastes fueron realizados en los programas R Studio (v. 3.5) (Rstudio Team, 2015) y SPSS (v. 24) (IBM, 2016). Con respecto al primer objetivo; el cual es comparar diferencias de activaciones en áreas frontales ante diferentes grados de conflicto

de decisión (atractivo, indiferente, poco atractivo) y niveles de aversión a la pérdida (alto y bajo), se utilizó la prueba Shapiro-Wilk, así como los coeficientes de asimetría y curtosis para analizar el grado de distribución normal de los datos (ANEXO C). Ya que los datos no presentaron una distribución normal, se usó el estadístico de Wald para estudios factoriales mixtos no paramétricos (Noguchi, Gel, Brunner & Konietschke, 2012).

Con respecto al segundo objetivo, el cual es analizar la relación entre la asimetría de activación hemisférica del área frontal y grados de aversión a la pérdida, se usaron el coeficiente de correlación de Pearson. Ya que las distribuciones presentaron normalidad, se calculó el coeficiente de Pearson entre los niveles de aversión a la pérdida y la activación asimétrica hemisférica entre el hemisferio izquierdo con el derecho.

Con respecto al tercer objetivo; el cual es identificar si existen diferencias significativas en grados de aversión a la pérdida entre varones y mujeres, se aplicó la prueba T de Student para muestras con varianzas homogéneas, ya que los datos correspondientes a cada grupo por sexo presentaron distribuciones normales.



Resultados

El objetivo general del presente trabajo es estudiar las activaciones del área frontal ante diferentes situaciones en toma de decisiones y niveles de aversión a la pérdida. Los resultados descriptivos se visualizan en la Tabla 1.

Tabla 1: Resultados descriptivos

<i>Variable</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>	<i>Mediana</i>	<i>Cuartil inferior</i>	<i>Cuartil superior</i>
Amplitud – atractiva (uV)	-0.00003	0.00159	-0.00001	-0.00109	-0.00002
Amplitud – indiferente (uV)	-0.00004	0.00145	-0.00004	-0.00005	-0.00001
Amplitud - no atractiva (uV)	0.00008	0.00425	-0.00001	-0.00002	0.00004
ERSP – F3 (uV)	-0.05	0.34	-.033	-0.16	0.19
ERSP – F4 (uV)	0.52	0.33	-.107	-0.29	0.07
Aversión a la pérdida (λ)	1.44	1.12	1.29	0.57	1.65
Aversión a la pérdida convertido ($\log(\lambda)$)	0.05	0.33	0.11	-0.25	0.22

n=12

Primer objetivo: Comparar diferencias de activaciones en áreas frontales ante diferentes grados de conflicto de decisión (atractivo, indiferente, poco atractivo) y niveles de aversión a la pérdida (alto y bajo). No se encontraron diferencias significativas entre la amplitud de onda ante diferentes decisiones de conflicto y nivel de aversión a la pérdida ($W_t(11, 8)$; $p > .05$). Es decir, la amplitud de onda de las condiciones “atractiva”, “indiferente” y “no atractiva” bajo situaciones de alta y baja aversión se mostraron similares.

Segundo objetivo: Analizar la relación entre la asimetría de activación hemisférica del área frontal y grados de aversión a la pérdida. Con respecto a este objetivo, se encontró una asociación negativa y alta entre los niveles de aversión a la pérdida y los grados de asimetría hemisférica ($r = -.68$; $p = .03$). En la Figura 1 se puede observar con mayor detalle la tendencia de las datas.

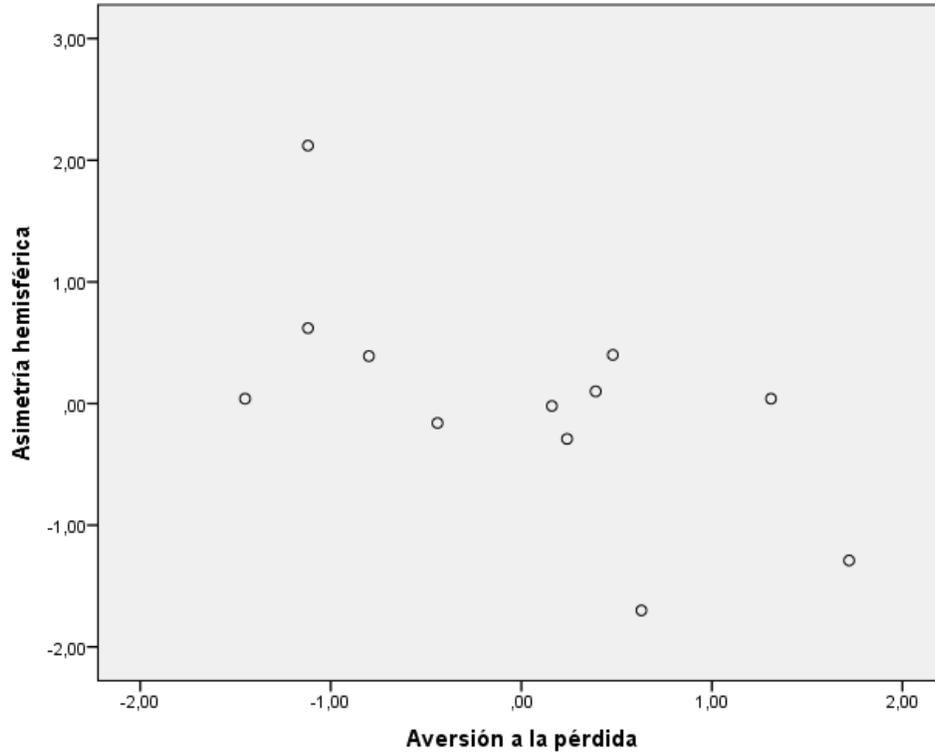


Figura 1: Diagrama de puntos tomando los puntajes transformados de aversión a la pérdida ($\log\lambda$) y el coeficiente de asimetría hemisférica.

Tercer objetivo: Comparar los grados de aversión a la pérdida entre varones y mujeres. Si bien las mujeres tienen a nivel descriptivo mayores niveles de aversión a la pérdida que los varones tal como se aprecia en la Tabla 2, no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($t(11)= 1.46$; $p= .09$; $d= .89$).

Tabla 2: Diferencia entre los puntajes entre varones y mujeres

Sexo	Media	Mediana	D.E.	p	d
F	0.16	0.2	0.34	0.09	0.86
M	-0.11	-1	0.26		

n=12

Discusión

La presente investigación tuvo como objetivo general comparar diferencias entre el grado de aversión a la pérdida y activaciones en áreas frontales, así como identificar diferencias y el grado del conflicto de decisión (atractivo, indiferente, poco atractivo) tanto en el tiempo de reacción como en la amplitud de la onda. Asimismo, como primer objetivo específico se buscó identificar la relación entre la asimetría del hemisferio izquierdo y derecho con la aversión a la pérdida. Finalmente, se buscó identificar si existen diferencias significativas en los grados de aversión a la pérdida entre varones y mujeres.

En relación al objetivo general, no se encontraron diferencias entre la amplitud de onda con diferentes magnitudes de apuesta y nivel de aversión a la pérdida. Dichos resultados contrastan con los obtenidos por Heeren et al (2016), probablemente, debido al establecimiento del punto de referencia para establecer las categorías de las variables independientes.

Igualmente, es probable que la activación de ondas cerebrales se encuentre principalmente en el área prefrontal, tal como sustentan diferentes investigaciones en pruebas de IRMf (Bermejo et al., 2011; Canessa et al., 2013; Canessa et al., 2017; Kokmotou et al., 2017; Rick, 2011; Rilling & Sanfey, 2011; Tom et al., 2007). Las distorsiones atencionales en lo que se erige el sistema de recompensas se concentra específicamente en esta área del cerebro y en el sistema límbico (Canessa et al., 2013; Canessa et al., 2017; Rick, 2011; Tom et al., 2007; Xu et al., 2013).

Otra razón por la cual no se encontraron diferencias podría deberse a que la situación simulada no fue convincente para los participantes. Muestra de ello es el trabajo de Xu y colegas (2016) quienes identificaron en estudios de potenciales relacionados a eventos (PRE) que en las situaciones de apuesta real se observaban cambios en latencias específicas de forma más intensa que las apuestas simuladas. Dado lo anterior, es posible que el experimento planteado no haya generado la atención necesaria en los participantes, llevando a que no se evidencien diferencias sustanciales en la amplitud de onda.

Junto a lo anterior, es probable que existan otros intervalos de latencia que estén más relacionados a los cambios de montos de ganancia y pérdida. Diferentes investigaciones identificaron que en las latencias N2, N3, ORP, ORN se observan amplitudes más altas al aumentar el conflicto de decisión (Kamajaran, et al., 2009; Nakao, Bai, Nashiwa, & Northoff,

2012). Mientras Kokmotou y colegas (2017), en su trabajo midiendo la amplitud de onda en intervalos de 230 a 260 milisegundos encontraron una relación significativa con magnitudes de aversión a la pérdida.

Lo explicado anteriormente indica, además, que las tendencias y/o formas de activación cerebral pueden variar conforme a las características de los individuos (Paredes, 2017). Estas posibles características pudieron haber influenciado en los resultados del experimento. Por otro lado, las variaciones en los resultados por el tipo de decisión, las características de las categorías, el tipo de referencia utilizada, y otras variables sociales pueden alterar los hallazgos en estudios de aversión a la pérdida (Neumann & Böckenholt, 2014; Neumann & Böckenholt, 2016; Ring et al., 2018; Van Oest, 2013; Walker, Risen, Gilovich & Thaler, 2016).

Con respecto al segundo objetivo, se encontró una relación negativa entre la asimetría hemisférica ($\text{LnF3} - \text{LnF4}$) y el grado de aversión a la pérdida. Esto quiere decir que personas que tienen mayor activación cortical en el hemisferio derecho en el área frontal tendrían menores niveles de aversión a la pérdida. Estos resultados son congruentes con los obtenidos en otros trabajos (Ramsøy et al., 2018, Telpaz, A., & Yechiam, 2014).

Estos resultados brindan mayor soporte a la hipótesis de que el hemisferio derecho se relaciona a mayor incidencia de conductas riesgosas; mientras que el izquierdo se caracteriza por ser preponderantemente racional (Duke et al., 2017). Sobre este punto, es posible que la parte hemisférica derecha del sistema frontal se excite en mayor medida que el izquierdo, ya que se encuentra más relacionado a procesos mentales automáticos. Desde la teoría del procesamiento dual, esto podría deberse a la activación del “sistema 1” (Kahneman, 2011; Kamelman, 2017; Loewenstein et al., 2008; Viswanathan, & Jain, 2013; Rick, 2011). Esta conjetura podría explicar que el sesgo de aversión a la pérdida se presenta cuando se da una distorsión en el sistema atencional (Aperjis & Balestrieri, 2018; Pérez, 2013; Pfarr, 2016). Siguiendo con esta lógica; probablemente el hemisferio derecho se encuentre relacionado con procesos más emocionales y heurísticos (Bermejo et al., 2011; Cantú, Lera & Baca, 2017; Vera, 2010); y, por lo tanto, sería más proclive a presentar fallas atencionales.

Sobre estos hallazgos, se plantea la duda si el sistema de pensamiento de las personas, así como la evaluación emocional, se dan por medio de conexiones neuronales de

manera holística, o se encuentren lateralizadas. Duke, et al. (2017) proponen que la asimetría hemisférica es una preponderancia que se manifiesta solamente en algunas áreas del cerebro. Por su parte, Huang, et al. (2017), hipotetizan que el hemisferio derecho se encuentra relacionado a las valoraciones de pérdida, mientras que el hemisferio izquierdo se relaciona a las valoraciones de las ganancias. Dicha hipótesis se refuerza con las ideas de León et al. (2015), los cuales explican que el hemisferio derecho procesa más rápido las emociones negativas, mientras que el hemisferio izquierdo procesa las emociones positivas con mayor celeridad.

También, es probable que la asimetría no se produzca solamente en la corteza cerebral, sino también en otras áreas del cerebro, como el sistema límbico (Cantú et al., 2017). Esta idea da soporte a la hipótesis que la activación predominantemente derecha ante situaciones de incertidumbre presenta un recorrido complejo que involucra diferentes áreas del encéfalo (Bermejo et al., 2011; Bermejo, 2012).

Por otro lado, los hallazgos del segundo objetivo; analizar la relación entre la asimetría de activación hemisférica del área frontal y grados de aversión a la pérdida, contrastan con los trabajos de distintos autores (Duke et al., 2017; Wacker et al., 2010). Por un lado, puede deberse a la cantidad de montos utilizados durante el estudio. A diferencia de la propuesta de Duke y colegas, el presente experimento, los rangos de pérdida y ganancia consisten en montos más altos; lo que pudo propiciar la presencia del sesgo de aversión a la pérdida (Heeren et al., 2016)

Con respecto al tercer objetivo; identificar si existen diferencias significativas en grados de aversión a la pérdida entre varones y mujeres, no se encontraron diferencias relevantes entre los dos grupos. Este resultado contrasta con los hallazgos de diferentes investigadores (Cross, Copping, & Campbell, 2011; Choi et al., 2017; Duke et al., 2017; Killgore et al., 2010; Nichols & Cook, 2018). Asimismo, refuta la hipótesis que los varones más insensibles a la pérdida que las mujeres (Borghans, Golsteyn, Heckman & Meijers, 2009; Arora & Kumari, 2015).

Cronson y Gnessy (2009), explican que, si bien los precedentes que apoya la hipótesis que existen diferencias entre varones y mujeres, los hallazgos aún son poco concluyentes. Asimismo, diferentes estudios señalan que hay diferentes aspectos que impiden equiparar los trabajos por el diseño experimental presentado, como el tipo de

decisión que es tomada, la consistencia de decisión y la forma de medir la aversión (Cronson & Gnessy, 2009); Neuman & Böckenholt, 2014; Trueblood, 2015).

Otra explicación a estos hallazgos podría deberse a un efecto techo. Específicamente, es probable que los montos de ganancia y pérdida establecidos en el experimento no hayan sido suficientes para activar los sesgos relacionados con la aversión a la pérdida. Cuando los montos de ganancia y pérdida son percibidos como “altos” por los participantes, es probable que no se evidencian diferencias entre sexo y aversión (Borghans, et al., 2009). Otra explicación que explique la falta de diferencia; podría ser el nivel de razonamiento de los participantes: conforme la edad de las personas aumente, los niveles de objetividad y pensamiento racional al momento de tomar decisiones financieras se alterarían (Arora & Kumari, 2015). Esta objetividad puede reducir las diferencias entre varones y mujeres en lo que respecta a la sensibilidad de la presentación del sesgo de aversión a la pérdida.

También, estos fenómenos podrían deberse a que las diferencias entre varones y mujeres al tomar decisiones sean principalmente por el producto del aprendizaje social y su relación con su entorno, y no de aspectos propios ni inherentes de su sexo (Booth, Cardona-Sosen, & Nolen, 2014). En un experimento, hallaron que las mujeres son más aversivas a tomar riesgos en lo referente a citas; no obstante, luego de ocho semanas de exposición y entrenamiento, empezaron a tomar más riesgos (Booth et al., 2014). Ya que las diferencias entre varones y mujeres podrían depender de factores sociales, la replicación de resultados en contextos diferentes resulta difícil.

Una de las principales limitantes de este trabajo es el tamaño de la muestra, ya que en trabajos anteriores se contó con mayor cantidad de participantes (Duke et al., 2017; Heeren et al., 2016; Tom et al., 2007). Otra limitación del estudio es la alta sensibilidad de la aversión a la pérdida a variables contextuales (Loewenstein et al., 2008; Schulreich et al., 2016; Strickland et al., 2017; Trueblood, 2015; Walasek & Stewart, 2018). Estas son variables difíciles de controlar; ya que podrían influir en los patrones de respuesta de los participantes al momento de realizar las indicaciones del experimento.

Siguiendo esta línea, para futuros experimentos se necesitaría un mayor control de las variables personales. En este caso, se utilizó una ficha sociodemográfica para descartar trastornos psicológicos, pero es probable que un instrumento de este tipo no sea lo

suficientemente sensible y específico para identificar acertadamente participantes sin trastornos o con ellos. El control estricto de dicha variable resulta importante ya que podría estar contaminando como los resultados (Sip et al., 2017; Engelman et al., 2017; Currie et al., 2017).

Con respecto a la categorización de la aversión, el establecimiento del punto de diferenciación entre “alta aversión” y “baja aversión” utilizando como punto de corte la mediana es una cuestión que pudo afectar la robustez del análisis de resultados. Por un lado, el uso de la mediana para convertir variables continuas en categóricas es controversial dentro de la comunidad académica (DeCoster, Galluci & Iselin, 2011; Iacobucci, Posavaca, Kardes, Schneider & Popovich, 2015; McClelland, Lynch, Irwin, Spiller & Fitzsimonse, 2015). Además, el uso de esta técnica incrementa el riesgo de presentarse el error tipo 2 (McClelland et al., 2015). Por otro lado, el uso de la mediana es una categorización arbitraria; además de ser sensible a los puntajes de la muestra (DeCoster et al., 2011; McClelland et al., 2015). Por último, diferentes autores utilizan otras maneras para establecer puntos de corte en los grados de aversión a la pérdida. Por ejemplo, Canessa et al. (2017) propone un criterio alternativo utilizando el coeficiente lambda de aversión a la pérdida.

De forma similar, la categorización establecida de las magnitudes de conflicto de decisión (apuesta con magnitud baja, apuesta indiferente y apuesta de magnitud alta) puede no ser la correcta para establecer los puntos de corte (Neumann & Böckenholt, 2014). Otro aspecto importante es que lambda para identificar el grado de aversión a la pérdida; así como los puntajes de amplitud de onda potencia espectral obtenidos en los resultados son menores que lo reportado en investigaciones anteriores (Duke et al., 2017; Heeren et al., 2016; Tom et al., 2007) Es probable que se esté presentando un efecto de piso, lo que también pudo afectar los resultados obtenidos en el presente estudio.

En cuanto a implicaciones, el presente trabajo brinda mayores alcances al entendimiento de la aversión a la pérdida y actividad cerebral. Los resultados presentados podrían enriquecer el debate y aportar nuevas perspectivas de entendimiento de este fenómeno. Con esta información, se podrían plantear modelos más precisos de toma de decisiones usando el paradigma neurocognitivo (Kosciuczyk, 2012; Montgomery, 2011; Neuman & Böckenholt, 2014; Ring et al., 2018). Asimismo, usa herramientas y posee datos

empíricos que pueden servir como líneas de base para futuras investigaciones relacionadas al estudio neurocognitivo de la toma de decisiones en el contexto peruano.

Futuras investigaciones pueden estudiar el fenómeno de aversión a la pérdida comparando las diferencias de amplitudes y diferentes formas de categorización, con el objetivo de identificar posibles cambios en los resultados. Asimismo, estudiar la activación cerebral durante la presentación y culminación del estímulo, podría dar mayor detalle del fenómeno de aversión a la pérdida. Por otro lado, comparar las amplitudes de onda entre las diferentes latencias de estudio (ERN, PSW) brindaría mayor detalle sobre la relación de los potenciales relacionados a eventos y los procesos cognitivos.

Además, otros trabajos podrían estudiar el rol de la edad de los participantes, y por ende, cómo se manifiesta el sesgo de aversión a la pérdida en la toma de decisiones. Si bien se menciona que personas de diferente grupo etario racionalizan sus elecciones de diferentes maneras (Arora & Kumari, 2015); algunos autores sostienen que estas diferencias se dan en contextos culturales específicos y en cambios generacionales (Viswanathan, & Jain, 2013). Asimismo, realizar este tipo de estudios con personas diagnosticadas con adicción de apuestas brindaría mayores alcances sobre cómo las adicciones pueden afectar nuestra toma de decisiones (Ring et al., 2018).

Para terminar, se concluye que la activación cerebral es similar en diferentes magnitudes de ganancia/pérdida y bajo distintos niveles de aversión a la pérdida. Asimismo, hay una activación asimétrica preponderante en el hemisferio derecho la cual se relaciona negativamente con la aversión a la pérdida. Por último, no se encontraron diferencias significativas entre grados de aversión entre varones y mujeres.

- Alloy, L. B., & Abramson, L. Y. (2010). The role of the behavioral approach system (BAS) in bipolar spectrum disorders. *Current Directions in Psychological Science, 19*(3), 189-194.
- Aperjis, C., & Balestrieri, F. (2018). Loss aversion leading to advantageous selection. *Journal of Risk and Uncertainty 1*(1), 1-25.
- Arora, M., & Kumari, S. (2015). Risk taking in financial decisions as a function of age, gender: mediating role of loss aversion and regret. *International Journal of Applied Psychology, 5*(4), 83-89.
- Blakemore, S. J., & Robbins, T. W. (2012). Decision-making in the adolescent brain. *Nature neuroscience, 15*(9), 1184.
- Barkley-Levenson, E., Van Leijenhorst, L., & Galván, A. (2013). Behavioral and neural correlates of loss aversion and risk avoidance in adolescents and adults. *Developmental cognitive neuroscience, 3*(1), 72-83.
- Bermejo, P. E., Dorado, R., Zea-Sevilla, M. A., & Menéndez, V. S. (2011). Neuroanatomía de las decisiones financieras. *Neurología, 26*(3), 173-181.
- Bermejo, P. (2012). Burbujas Financieras y crisis económicas. Una aproximación desde la neurociencia. *Kranien 9*(1), 10-16.
- Biopac System (2017). Acqknowledge 5.0 software: Data Acquisition and Analysis with BIOPAC Hardware Systems. Goleta, CA: Biopac System Inc.
- Borghans, L., Heckman, J. J., Golsteyn, B. H., & Meijers, H. (2009). Gender differences in risk aversion and ambiguity aversion. *Journal of the European Economic Association, 7*(2-3), 649-658.
- Booth, A., Cardona-Sosa, L., & Nolen, P. (2014). Gender differences in risk aversion: do single-sex environments affect their development?. *Journal of Economic Behavior & Organization, 99*(1), 126-154.
- Cantú, D. C., Lara, A. L., & Baca, J. R. B. (2017). Especialización hemisférica y estudios sobre lateralidad. *Revista de Psicología y Ciencias del Comportamiento de la UACJS: RPCC-UACJS, 8*(2), 6-50.
- Canessa, N., Crespi, C., Baud-Bovy, G., Dodich, A., Falini, A., Antonellis, G., & Cappa, S. F. (2017). Neural markers of loss aversion in resting-state brain activity. *NeuroImage, 146*(1), 257-265.

- Canessa, N., Crespi, C., Motterlini, M., Baud-Bovy, G., Chierchia, G., Pantaleo, G., Cappa, S. F. (2013). The functional and structural and neural basis of individual differences in loss aversion. *The Journal of Neuroscience*, *33*(36), 14307-14317.
- Choi, C., Joe, S. J., & Mattila, A. S. (2017). Reference Price and Its Asymmetric Effects on Price Evaluations: The Moderating Role of Gender. *Cornell Hospitality Quarterly*, *59*(2), 189-194.
- Cohn, A., Engelmann, J., Fehr, E., & Maréchal, M. A. (2015). Evidence for countercyclical risk aversion: an experiment with financial professionals. *American Economic Review*, *105*(2), 860-885.
- Croson, R., & Gneezy, U. (2009). Gender differences in preferences. *Journal of Economic Literature*, *47*(2), 448-74.
- Cross, C. P., Copping, L. T., & Campbell, A. (2011). Sex differences in impulsivity: a meta-analysis. *Psychological bulletin*, *137*(1), 97-110.
- Currie, J., Buruju, D., Perrin, J. S., Reid, I. C., Steele, J. D., & Feltovich, N. (2017). Schizophrenia illness severity is associated with reduced loss aversion. *Brain Research*, *1664*(1), 9-16.
- Custodio, N. (2017). Cambios en corteza pre-frontal y cognición social relacionados con corrupción. *Revista de Neuropsiquiatría*, *80*(2), 85-87.
- DeCoster, J., Gallucci, M., & Iselin, A. M. R. (2011). Best practices for using median splits, artificial categorization, and their continuous alternatives. *Journal of Experimental Psychopathology*, *2*(2), 179-209.
- Delgado, M. R., Jou, R. L., & Phelps, E. A. (2011). Neural systems underlying aversive conditioning in humans with primary and secondary reinforcers. *Frontiers in Neuroscience*, *5*(1), 71-90.
- Delorme, A., & Makeig, S. (2004) EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics. *Journal of Neuroscience Methods*, *134*(1),9-21
- De Martino, B., Camerer, C. F., & Adolphs, R. (2010). Amygdala damage eliminates monetary loss aversion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(8), 3788-3792.
- De Martino, B., Kumaran, D., Seymour, B., & Dolan, R. J. (2006). Frames, biases, and rational decision-making in the human brain. *Science*, *313*(5787), 684-687.

- Doya, K. (2008). Modulators of decision making. *Nature Neuroscience*, *11*(4), 410-415.
- Duke, É., Schnuerch, R., Heeren, G., Reuter, M., Montag, C., & Markett, S. (2017). Cortical alpha asymmetry at central and posterior – but not anterior – sites is associated with individual differences in behavioural loss aversion. *Personality and Individual Differences*, *121*(1), 206-212.
- Engelmann, J. B., Berns, G. S., & Dunlop, B. W. (2017). Hyper-responsivity to losses in the anterior insula during economic choice scales with depression severity. *Psychological Medicine*, *47*(16), 2879-2891.
- Engelmann, J. B., & Hein, G. (2013). Contextual and social influences on valuation and choice. *Progress in Brain Research*, *22*(1), 215-237.
- Floresco, S. B. (2015). The nucleus accumbens: an interface between cognition, emotion, and action. *Annual Review of Psychology*, *66*(1), 25-52.
- Gläscher, J., Adolphs, R., Damasio, H., Bechara, A., Rudrauf, D., Calamia, M., Lynn K., & Tranel, D. (2012). Lesion mapping of cognitive control and value-based decision making in the prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(36), 14681-14686.
- Gianotti, L. R. R., Knoch, D., Faber, P. L., Lehmann, D., Pascual-Marqui, R. D., Diezi, C., Fehr, E. (2009). Tonic activity level in the right prefrontal cortex predicts individual's risk taking. *Psychological Science*, *20*(1), 33–38.
- Gigerenzer, G., & Gaissmaier, W. (2011). Heuristic decision making. *Annual Review of Psychology*, *62*(1), 451-482.
- Goldfine, A. M., Victor, J. D., Conte, M. M., Bardin, J. C., & Schiff, N. D. (2011). Determination of awareness in patients with severe brain injury using EEG power spectral analysis. *Clinical Neurophysiology*, *122*(11), 2157-2168.
- Harmon-Jones, E., Gable, P. A., & Peterson, C. K. (2010). The role of asymmetric frontal cortical activity in emotion-related phenomena: A review and update. *Biological Psychology*, *84*(1), 451–462.
- Hardin, M. G., Pine, D. S., & Ernst, M. (2009). The influence of context valence in the neural coding of monetary outcomes. *Neuroimage*, *48*(1), 249-257.
- Hasler, G. (2012). Can the neuroeconomics revolution revolutionize psychiatry?. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *36*(1), 64-78.

- Heeren, G., Markett, S., Montag, C., Gibbons, H., & Reuter, M. (2016). Decision conflict and loss aversion—An ERP study. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, 9(1), 50-63.
- Huang, D., Chen, S., Wang, S., Shi, J., Ye, H., Luo, J., & Zheng, H. (2017). Activation of the DLPFC reveals an asymmetric effect in risky decision making: evidence from a tDCS study. *Frontiers in Psychology*, 8(1), 38.
- IBM Corp (2016). *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0*. Armonk, NY: IBM Corp.
- Iacobucci, D., Posavac, S. S., Kardes, F. R., Schneider, M. J., & Popovich, D. L. (2015). Toward a more nuanced understanding of the statistical properties of a median split. *Journal of Consumer Psychology*, 25(4), 652-665.
- Jasper, H. H. (1958). The ten twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10(1), 371-375.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. New York, Farrar, Straus y Giroux.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision making under risk. *Econometría*, 47(1), 263–291.
- Kamarajan, C., Porjesz, B., Rangaswamy, M., Tang, Y., Chorlian, D. B., Padmanabhapillai, A., Saunders, R., Pandey, A., Roopesh, B., Manz, N., & Stimus, A. T. (2009). Brain signatures of monetary loss and gain: outcome-related potentials in a single outcome gambling task. *Behavioural Brain Research*, 197(1), 62-76.
- Kamelman, M. (2017). Neurociencias y toma de decisiones. *Educación*, 9(11), 65-68.
- Keren, G., & Schul, Y. (2009). Two is not always better than one: A critical evaluation of two-system theories. *Perspectives on Psychological Science*, 4(6), 533-550.
- Killgore, W. D., Grugle, N. L., Killgore, D. B., & Balkin, T. J. (2010). Sex differences in self-reported risk-taking propensity on the evaluation of risks scale. *Psychological Reports*, 106(3), 693-700.
- Knutson, B., & Huettel, S. A. (2015). The risk matrix. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 5(1), 141-146.
- Kosciuczyk, V. (2012). El aporte de la economía conductual o Behavioral Economics a las políticas públicas: una aproximación al caso del consumidor real. *Palermo Business Review*, 1(7), 23-40.

- Kokmotou, K., Cook, S., Xie, Y., Wright, H., Soto, V., Fallon, N., & Stancak, A. (2017). Effects of loss aversion on neural responses to loss outcomes: An event-related potential study. *Biological Psychology*, *126*(1), 30-40.
- Kőszegi, B., & Rabin, M. (2009). Reference-dependent consumption plans. *American Economic Review*, *99*(3), 909-36.
- LeDoux, J. (2012). Rethinking the emotional brain. *Neuron*, *73*(4), 653-676.
- León, J. A., Dávalos, M. T., Escudero, I., Olmos, R., Morera, Y., & Froufe, M. (2015). Effects of valence and causal direction in the emotion inferences processing during reading: Evidence from a lexical decision task. *anales de psicología*, *31*(2), 677.
- Loewenstein, G., Rick, S., & Cohen, J. D. (2008). Neuroeconomics. *Annual Review of Psychology*, *59*(1), 647-672.
- Lopez-Calderon, J., & Luck, S. J. (2014). ERPLAB: an open-source toolbox for the analysis of event-related potentials. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*(213), 1-14.
- Ly, K., Mazar, N., Zhao, M., & Soman, D. (2016). Nudging: una guía para profesionales. En Díaz, E. & del Valle, C. (Eds.), *Guía de Economía del Comportamiento* (pp. 140-170). Recuperado de: <http://38r8om2xjhh125mw24492dir.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2016/09/v9-imec-vol-1-1.pdf>
- McClelland, G. H., Lynch Jr, J. G., Irwin, J. R., Spiller, S. A., & Fitzsimons, G. J. (2015). Median splits, Type II errors, and false-positive consumer psychology: Don't fight the power. *Journal of Consumer Psychology*, *25*(4), 679-689.
- Mikels, J. A., & Reed, A. E. (2009). Monetary losses do not loom large in later life: Age differences in the framing effect. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *64*(4), 457-460.
- Montgomery, W. (2011). La economía conductual y el análisis experimental del comportamiento de consumo. *Revista de Investigación en Psicología*, *14*(1), 281-292.
- Nakao, T., Bai, Y., Nashiwa, H., & Northoff, G. (2013). Resting-state EEG power predicts conflict-related brain activity in internally guided but not in externally guided decision-making. *Neuroimage*, *66*, 9-21.
- Neumann, N., & Böckenholt, U. (2014). A meta-analysis of loss aversion in product choice. *Journal of Retailing*, *90*(2), 182-197.

- Neumann, N., Böckenholt, U., & Sinha, A. (2016). A meta-analysis of extremeness aversion. *Journal of Consumer Psychology, 26*(2), 193-212.
- Noguchi, K., Gel, Y. R., Brunner, E., & Konietzschke, F. (2012). nparLD: an R software package for the nonparametric analysis of longitudinal data in factorial experiments. *Journal of Statistical Software, 50*(12), 1-23.
- O'Doherty, J. P., Buchanan, T. W., Seymour, B., & Dolan, R. J. (2006). Predictive neural coding of reward preference involves dissociable responses in human ventral midbrain and ventral striatum. *Neuron, 49*(1), 157-166.
- Orsini, C. A., Willis, M. L., Gilbert, R. J., Bizon, J. L., & Setlow, B. (2016). Sex differences in a rat model of risky decision making. *Behavioral Neuroscience, 130*(1), 50-65.
- Paredes, R. V. (2017). *Actividad del sistema de neuronas espejo durante la percepción y acción de movimientos de dedos.*(Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Pérez, O. D. (2017). El Aporte de la Psicología Experimental y las Neurociencias a las Políticas Públicas. *Políticas Públicas, 9*(2), 1-15.
- Pereyra, J. S. (2011). *Metodos en neurociencias cognitivas.* Editorial El Manual Moderno.
- Pfarr, N. (2016). Aplicando la Economía del Comportamiento y la Psicología Cognitiva al Proceso de Diseño. En Díaz, E. & del Valle, C. (Eds.), *Guía de Economía del Comportamiento* (pp. 17-40). Recuperado de: <http://38r8om2xjhhl25mw24492dir.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2016/09/v9-imec-vol-1-1.pdf>
- Peirce J. W. (2009). Generating stimuli for neuroscience using PsychoPy. *Frontiers in Neuroinformatics, 2*(10), 1-8. doi:10.3389/neuro.11.010.2008.
- Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) (s/f). *Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos y Animales: Reglamento.* Recuperado de: <https://textos.pucp.edu.pe/pdf/4332.pdf>
- Rahman, S., Sahakian, B. J., Cardinal, R. N., Rogers, R. D., & Robbins, T. W. (2001). Decision making and neuropsychiatry. *Trends in Cognitive Sciences, 5*(6), 271-277.
- Ramsøy, T. Z., Skov, M., Christensen, M. K., & Stahlhut, C. (2018). Frontal Brain Asymmetry and Willingness to Pay. *Frontiers in Neuroscience, 12*(1), 138-155.

- Rick, S. (2011). Losses, gains, and brains: Neuroeconomics can help to answer open questions about loss aversion. *Journal of Consumer Psychology, 21*(4), 453-463.
- Rilling, J. K., & Sanfey, A. G. (2011). The neuroscience of social decision-making. *Annual Review of Psychology, 62*(1), 23-48.
- Ring, P., Probst, C. C., Neyse, L., Wolff, S., Kaernbach, C., van Eimeren, T., Camerer, C., & Schmidt, U. (2018). It's all about gains: Risk preferences in problem gambling. *Journal of Experimental Psychology: General, 147*(8), 1241-1255.
- RStudio Team (2015). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA
URL <http://www.rstudio.com/>.
- Rubio, S, S. (2015). *La anarquía de las decisiones: la relación entre aversión al riesgo, racionalidad e inercia* (Tesis de Maestría). Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Schulreich, S., Gerhardt, H., & Heekeren, H. R. (2016). Incidental fear cues increase monetary loss aversion. *Emotion, 16*(3), 402-412.
- Sharp, C., Monterosso, J., & Montague, P. R. (2012). Neuroeconomics: a bridge for translational research. *Biological psychiatry, 72*(2), 87-92.
- Sip, K. E., Gonzalez, R., Taylor, S. F., & Stern, E. R. (2017). Increased loss aversion in unmedicated patients with obsessive-compulsive disorder. *Frontiers in Psychiatry, 8*(1), 1-10.
- Stanton, S. J., Mullette-Gillman, O. D., McLaurin, R. E., Kuhn, C. M., LaBar, K. S., Platt, M. L., & Huettel, S. A. (2011). Low-and high-testosterone individuals exhibit decreased aversion to economic risk. *Psychological Science, 22*(4), 447-453.
- Starmer, C. (2016). ¿Qué podemos esperar de la economía del comportamiento?. En Díaz, E. & del Valle, C. (Eds.), *Guía de Economía del Comportamiento* (pp. 41-68). Recuperado de: <http://38r8om2xjhh125mw24492dir.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2016/09/v9-imec-vol-1-1.pdf>
- Strickland, J. C., Beckmann, J. S., Rush, C. R., & Stoops, W. W. (2017). A pilot study of loss aversion for drug and non-drug commodities in cocaine users. *Drug and Alcohol Dependence, 180*(1), 223-226.
- Studer, B., Pedroni, A., & Rieskamp, J. (2013). Predicting risk-taking behavior from prefrontal resting-state activity and personality. *Public Library of Science One, 8*(10), e76861.

- Szczepanski, S. M., & Knight, R. T. (2014). Insights into human behavior from lesions to the prefrontal cortex. *Neuron*, 83(5), 1002-1018.
- Tao, J. X., Ray, A., Hawes-Ebersole, S., & Ebersole, J. S. (2005). Intracranial EEG substrates of scalp EEG interictal spikes. *Epilepsia*, 46(5), 669-676.
- Telpaz, A., & Yechiam, E. (2014). Contrasting losses and gains increases the predictability of behavior by frontal EEG asymmetry. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8(149), 1-9.
- Teplan, M. (2002). Fundamentals of EEG measurement. *Measurement Science Review*, 2(2), 1-11.
- The MathWorks (2017). MATLAB and Statistics Toolbox Release 2017a, Natick, Massachusetts, United States.
- Tom, S. M., Fox, C. R., Trepel, C., & Poldrack, R. A. (2007). The neural basis of loss aversion in decision-making under risk. *Science*, 315, 515–518.
- Trueblood, J. S. (2015). Reference point effects in riskless choice without loss aversion. *Decision*, 2(1), 13-26.
- Van Oest, R. (2013). Why are consumers less loss averse in internal than external reference prices?. *Journal of Retailing*, 89(1), 62-71.
- Vera, M. J. (2010). Diferencias en el perfil de involucramiento entre productos de conveniencia y productos de comparación. *Contaduría y Administración*, 1(231), 127-149.
- Viswanathan, V., & Jain, V. (2013). A dual-system approach to understanding “generation Y” decision making. *Journal of consumer marketing*, 30(6), 484-492.
- Wacker, J., Chavanon, M., & Stemmler, G. (2010). Resting EEG signatures of agentic extraversion: New results and meta-analytic integration. *Journal of Research in Personality*, 44(1), 167–179.
- Walker, J., Risen, J. L., Gilovich, T., & Thaler, R. (2018). Sudden-Death Aversion: avoiding superior options because they feel riskier. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1(1), 1-55.
- Weller, J. A., Levin, I. P., & Bechara, A. (2010). Do individual differences in Iowa Gambling Task performance predict adaptive decision making for risky gains and losses? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 32(2), 141-150.

Xu, P., Gu, R., Broster, L. S., Wu, R., Van Dam, N. T., Jiang, Y., & Luo, Y. J. (2013). Neural basis of emotional decision making in trait anxiety. *Journal of Neuroscience*, 33(47), 18641-18653.

Xu, S., Pan, Y., Wang, Y., Spaeth, A. M., Qu, Z., & Rao, H. (2016). Real and hypothetical monetary rewards modulate risk taking in the brain. *Scientific Reports*, 6(1), 1-7.



ANEXOS



ANEXO A

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES

El propósito de este protocolo es brindar a los y las participantes en esta investigación una explicación clara de la naturaleza de la misma, así como del rol que tienen en ella.

La presente investigación es conducida por Bryan Ccasane Vargas, estudiante de Psicología de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP); bajo la supervisión del Mag. Álex Dávila, profesor asociado del departamento de Psicología PUCP. La meta de este estudio es investigar acerca de la relación entre toma de decisiones y activaciones cerebrales a través de un electroencefalograma; el cual tiene como duración aproximada de una hora.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá responder un cuestionario. Posteriormente, se le colocará un equipo de electroencefalografía en la superficie del cuero cabelludo, el cual será utilizado para registrar su actividad cerebral durante la observación y seleccionar una respuesta por medio del teclado. Se trata de un procedimiento no invasivo y seguro, dado que la actividad eléctrica del cerebro será recogida por medio de electrodos de superficie y para ello se han tomado medidas de seguridad para controlar potenciales riesgos eléctricos tales como exceso de corriente o cortocircuito por corriente inversa.

Adicionalmente, se le solicitará apagar los dispositivos móviles (celulares, laptops, tablets, etc.) que cargue con usted con el fin de asegurar el correcto funcionamiento del equipo utilizado. Su participación será voluntaria. La información que se recoja será estrictamente confidencial y no se podrá utilizar para ningún otro propósito que no esté contemplado en esta investigación.

En principio, el cuestionario resuelto por usted y los datos recogidos con el equipo de electroencefalografía serán anónimos, por ello serán codificados utilizando un número de identificación. Si la naturaleza del estudio requiriera su identificación, ello solo será posible si es que usted da su consentimiento expreso para proceder de esa manera. Culminando el estudio, se enviará un resumen de los resultados obtenidos a los participantes.

Si tuviera alguna duda con relación al desarrollo del proyecto, usted es libre de formular las preguntas que considere pertinentes. Además, puede finalizar su participación en cualquier momento del estudio sin que esto represente algún perjuicio para usted. Si se sintiera incómoda o incómodo frente a alguna de las preguntas o procedimientos, puede ponerlo en conocimiento de la persona a cargo de la investigación y abstenerse de responder.

Muchas gracias por su participación.

Yo, _____ doy mi consentimiento para participar en el estudio y soy consciente de que mi participación es enteramente voluntaria.

He recibido información en forma verbal sobre el estudio mencionado anteriormente y he leído la información escrita en este documento. He tenido la oportunidad de discutir sobre el estudio y hacer preguntas.

Al firmar este protocolo estoy de acuerdo con que mis datos personales, incluyendo datos relacionados a mi salud física y mental o condición, y raza u origen étnico, podrían ser usados según lo descrito en la hoja de información que detalla la investigación en la que estoy participando.

Entiendo que puedo finalizar mi participación en el estudio en cualquier momento, sin que esto represente algún perjuicio para mí.

Entiendo que recibiré una copia de este formulario de consentimiento e información del estudio y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo comunicarme con el supervisor Alex Dávila al correo a.davila@pucp.edu.pe.

Nombre completo del (de la) participante

Firma

Fecha

Nombre del Investigador responsable

Firma

Fecha

Anexo B

Ficha de datos sociodemográficos

1. Edad: _____

2. Sexo:

Masculino	0	Femenino	1
-----------	---	----------	---

3. Facultad: _____

4. Número de horas de sueño del día de hoy: _____

5. Escala de pagos: _____

5. ¿Sufre o ha sufrido de alguna enfermedad neurológica?

No	0	Sí	1
----	---	----	---

6. ¿Ha sufrido de un accidente que haya repercutido en su comportamiento?

No	0	Sí	1
----	---	----	---

7. ¿Padece o ha padecido de alguna condición y/o trastorno mental?

No	0	Sí	1
----	---	----	---

8. ¿Actualmente se encuentra consumiendo medicamentos que afectan total o parcialmente de su toma de decisiones?

No	0	Sí	1
----	---	----	---

* En caso tu respuesta sea afirmativa, responder hace cuando fue la última vez que lo ha consumido dicho medicamento: _____

9. ¿Ha tenido algún problema personal que haya involucrado apuestas y/o juegos de azar?

No	0	Sí	1
----	---	----	---

10. ¿Tiene o ha tenido algún problema con el consumo de alcohol?

No	0	Sí	1
----	---	----	---

11. ¿Tiene o ha tenido algún problema con otro problema de adicción?

No	0	Sí	1
----	---	----	---

Anexo C: Pruebas de normalidad

Tabla 1: Pruebas de normalidad de las variables de estudio

	Asimetría	Curtosis	Shapiro-wilk
amplitud:baja	1.11	2.73	0.057
amplitud_indiferente	0.102	1.31	0.198
amplitud_alta	3.06	10.2	<.001
aversión a la pérdida	0.148	-0.876	0.688
Asimetría hemisférica	0.275	2.10	0.182

n=12

