



Artículo de Revisión presentado para optar al título de Psicólogo, Universidad de San Buenaventura Medellín, Facultad de Psicología, Psicología, Medellín, 2017. Asesor: Henry Castillo, Doctor (PhD) en Psicología.

Cita APA: (Arroyave & Sepúlveda, 2017)

Referencia APA: Arroyave, M. A., & Sepúlveda, S. P. (2017). *Aproximaciones conceptuales a la neuroeconomía y la toma de decisiones cerebrales. (Artículo como trabajo de grado)*. Universidad de San Buenaventura Medellín, Facultad de Psicología.

Aproximaciones conceptuales a la neuroeconomía y la toma de decisiones cerebrales

María Alejandra Arroyave Duque, ✉ alejandra.ad12@gmail.com

Sirley Paola Sepúlveda Sepúlveda, ✉ pao.3sepulveda@gmail.com

Resumen

La neuroeconomía es una disciplina de desarrollo reciente, y que ha tenido avances importantes en los últimos años. Este artículo pretende hacer una revisión de los principales aspectos que permiten conocer cuál ha sido el desarrollo de esta disciplina, como son una breve reseña histórica, los principales métodos de investigación y los principales autores que han aportado a que este campo crezca y adquiera el éxito mediático y universitario que ha adquirido recientemente. Finalmente, se busca analizar cómo la psicología puede desde su saber contribuir a las investigaciones y los desarrollos teóricos futuros de este campo.

Palabras clave: Neuroeconomía, Procesamiento Dual, Técnicas de Neuroimagen, Decisiones económicas.

Abstract

Neuroeconomics is a discipline of recent development, and it has been having important Improvements in recent years. This article aims to make a review revision of the main aspects that have taken this discipline to develop and obtain an academic and media success achieved during last years, such as, a brief historical review of those theories that gave rise to this discipline, the main used research methods, and how they have developed throughout history, and those authors that with the help of their experiments have challenged traditional economic theories; thus opening the forecast to new explanation about the economic decision making.

Finally, this review is looking for analyzing how psychology, from its knowledge, could contribute to research and theoretical improvements of this field, and how could some fields of study be broaden to contribute to Colombian context and to contemporary reality.

Key words: Neuroeconomics, Neuroimaging techniques, Dual process theory, Economic decisions.

Introducción

En este artículo se pretendía hacer una revisión teórica de los principales fundamentos teóricos y metodológicos que han dado origen y han permitido el desarrollo del campo emergente de la neuroeconomía. Este nuevo campo integra diferentes disciplinas como la neurología, la economía, las neurociencias cognitivas y la psicología en su intento por aplicar los conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro humano a la economía, especialmente, a la toma de decisiones económicas y las teorías de la elección. Psicólogos ampliamente reconocidos como Daniel Kahneman, han hecho aportes importantes a este campo, demostrando que las decisiones humanas no son firmes, claras y estables, como creían los economistas clásicos, sino que se ven influenciadas por diversos factores y cambian de acuerdo a los gustos, las preferencias y hasta las circunstancias. Esto demuestra que la psicología es una disciplina que tiene mucho que aportar a diferentes campos del conocimiento, por eso este artículo se enfocó en hacer una compilación de las principales bases teóricas de la neuroeconomía, que más adelante permita la realización de otras investigaciones del tema en lengua española, ya que se encontraron pocas fuentes teóricas escritas en este idioma.

Desarrollo del tema

1. Breve historia de la Neuroeconomía

El hombre desde la antigüedad se ha preguntado y ha desarrollado diferentes teorías para explicar la toma de decisiones, desde decisiones simples, como las que tomamos en la vida cotidiana, hasta decisiones más complejas, como lo son las decisiones económicas.

Los primeros avances en este estudio se remontan a la antigüedad con Aristóteles. Según este filósofo, todos los seres vivos poseen almas y es la complejidad de estos “objetos” no físicos

lo que incrementa la complejidad mental de los seres vivos; son estas almas de los seres humanos, los agentes causales y únicos responsables de la conducta observable (Glimcher, 2008b).

Durante el renacimiento, con la Reforma Protestante, esta noción Aristotélica fue desafiada por los teólogos protestantes Calvino y Lutero, quienes, basados en las ideas de Tomás de Aquino y Agustín de Hipona, desarrollaron la doctrina de la predestinación. Según esta doctrina, el alma no es el agente causal de la conducta humana, pues para ellos solo Dios podía actuar como agente causal de la conducta humana, ya que hacer al alma humana un agente causal independiente de la voluntad de Dios o del Conocimiento Omnisciente de Dios significaba que al menos algunos de los eventos futuros serían desconocidos para Dios. Para conciliar entonces la noción del alma independiente y causal y la noción de la omnisciencia de Dios, terminaron concluyendo que, aunque existe un alma humana inmaterial, ésta no es un agente causal (Glimcher, 2008b).

Por otro lado, la Iglesia Católica apostó por la postura de un alma humana tomadora de decisiones y por tanto, causalmente responsable de las acciones de la persona, es decir, que el hombre es libre de producir cualquier acción, pero todas estas acciones son juzgadas por Dios como justas o injustas y sobre esta base castiga o salva al individuo (Glimcher, 2008b).

Durante la ilustración, René Descartes expuso que el comportamiento humano se puede dividir en dos categorías: la primera, producto determinista del cuerpo físico, que incluye el tipo de comportamientos a los que normalmente se conoce como *reflejos*. Y una segunda categoría, que incluye aquellas acciones que puede ser atribuidas a la fuerza causal del alma humana, que son voluntarias e impredecibles y que, según Descartes, cuyas causas yacen fuera del mundo material, por lo cual no pueden ser objeto de investigación fisiológica (Glimcher, 2008b).

Hasta este momento se hablaba de mecanismos de toma de decisiones más primitivos e intuitivos, sin relacionarlos aún con la economía y la toma de decisiones económicas.

Es con la teoría del valor esperado de Blaise Pascal, donde se inicia el interés por las decisiones económicas y se empiezan a desarrollar los fundamentos de la teoría económica moderna. Según Pascal, el valor de cualquier curso de acción se puede determinar multiplicando

la ganancia por la probabilidad de que ésta ocurra. Este producto, que hoy se conoce como *valor esperado*, representa el promedio de la pérdida o ganancia asociada a cualquier acción. Según esta teoría, las decisiones se deben tomar comparando los valores esperados de los cursos de acción disponibles y seleccionando aquella acción que tiene el mayor valor esperado (Glimcher, 2008a).

El mismo Pascal reconoció que todas las decisiones humanas no podían ser explicadas por el concepto del valor esperado, sin embargo, precisó que la toma de decisiones racional debe seguir esta teoría. Sobre esta base, el matemático suizo Daniel Bernoulli, trabajó intentando conciliar la realidad de la toma de decisiones humana con las teorías prescriptivas, y propuso un modelo de decisión racional en el que la probabilidad de una ganancia no se multiplica por el valor real del posible beneficio, sino por su constructo psicológico (Glimcher, 2008a).

El aporte de Bernoulli supone un avance, pues reconoce que la relación entre el valor y la utilidad es una relación denominada *función de preferencia*, y que ésta es fundamentalmente subjetiva y empírica, en lugar de ser parte del proceso de elección prescriptiva racional.

Lo anteriormente expuesto sentó las bases para que se empezaran a desarrollar las dos grandes tendencias que dieron origen al estudio de la neureconomía y la toma de decisiones económicas: la revolución de la economía neoclásica y el nacimiento de la neurociencia cognitiva.

En los círculos académicos se sitúa el nacimiento de la economía con la publicación de “*La riqueza de las naciones*” de Adam Smith en 1776. Esto se conoce también como el período clásico de la economía. Durante este período clásico, en la economía se pensaba que las decisiones económicas respondían a evaluaciones racionales de los sujetos, que finalmente tomaban la decisión que les produjera la mayor ganancia.

Alrededor de 1930 un grupo de economistas (Samuelson, Arrow y Debreu) iniciaron la investigación de las decisiones del consumidor y del comportamiento de los mercados por medio de estructuras matemáticas. A partir de estos estudios se empezaron a desarrollar diferentes modelos normativos de la toma de decisiones, enfocados en elecciones idealizadas y el uso eficiente de los recursos, más que en la realidad de cómo las personas escogen y cómo funcionan los mercados. Sobre estas bases se empezó a desarrollar el modelo del “axioma débil de las

preferencias reveladas” (WARP por sus siglas en inglés). Samuelson propuso este modelo que significó el sustento de la revolución neoclásica. Lo que este axioma propone es que si un sujeto elige A y no B cuando se enfrenta a una elección entre ambas alternativas, nunca debería escoger B cuando se enfrente a una elección entre A, B y algunas opciones adicionales. Es decir, esto revela una preferencia de A sobre B. Una extensión del WARP llamada el “*Axioma generalizado de las preferencias reveladas*” (GARP por sus siglas en inglés), expone que si un sujeto prefiere A sobre B y luego prefiere B sobre C, entonces, esto sugiere que A es “indirectamente” preferido sobre C, y que este sujeto no debería escoger nunca a C sobre A. Es decir, lo que esta teoría propone es que hay ciertas elecciones que pueden predecirse de acuerdo a algunas elecciones previas, pero esta teoría no predice las variables intermedias, únicamente las usan como herramientas (Glimcher, Camerer, Fehr, & Poldrack, 2009).

Más adelante, en 1950, Milton Friedman publicó “*The Methodology of Positive Economics*”. En éste, Friedman argumentó que las suposiciones subyacentes a una predicción sobre el comportamiento del mercado podrían estar equivocadas, pero la predicción podría ser aproximadamente verdadera. Con este argumento, le dio licencia a los economistas para ignorar la evidencia de que los agentes económicos violan los principios de la elección racional (evidencia que típicamente viene de experimentos que prueban los principios de decisión de los sujetos), un prejuicio que aún está muy difundido en la economía.

Esto llevó a los economistas neoclásicos a argumentar que sus modelos funcionaban, pero únicamente bajo limitadas circunstancias – un hecho que muchos de los neoclasicistas estaban dispuestos a conceder (Glimcher, Camerer, Fehr, & Poldrack, 2009).

Una nueva y constructiva visión surgió de la obra de Daniel Kahneman y Amos Tversky entre 1970 y 1980 y otros psicólogos interesados en el juicio y la toma de decisiones cuyos intereses se cruzaron con las teorías de la toma de decisiones. Kahneman, Tversky y otros psicólogos estudiaron los fundamentos de las decisiones económicas y encontraron muchas elecciones económicas comunes –fácilmente replicables en otros experimentos- y que falsearon uno o más de los axiomas de la teoría de la utilidad esperada y que parecían entrar en conflicto con axiomas fundamentales de las teorías de las elecciones. Por ejemplo, algunos de sus

experimentos demostraron el “efecto del marco”, atacando la idea de que las elecciones de los objetos no dependen de cómo estos son descritos (Glimcher, Camerer, Fehr, & Poldrack, 2009).

Este grupo de psicólogos y economistas que empezaron a llamarse a sí mismos economistas conductuales discutieron que la evidencia y las ideas de la psicología podrían mejorar el modelo de la conducta humana heredada de la economía neoclásica.

Por otro lado, los economistas experimentales empezaron a exponer que los principios económicos deberían aplicar en todas las circunstancias (al igual que se presume de los principios de las ciencias naturales); su punto de vista era que cuando las teorías fallan en ambientes simples, estas fallas levantan dudas acerca de si estas teorías pueden funcionar en ambientes más complejos. La economía conductual está basada en la presunción de que incorporar principios psicológicos va a mejorar el análisis económico, mientras que los economistas conductuales presumen que incorporar métodos de los psicólogos (experimentos en ambientes altamente controlados) van a mejorar los experimentos en las teorías económicas (Glimcher, Camerer, Fehr, & Poldrack, 2009).

La neuroeconomía emergió desde dentro de la economía del comportamiento y la economía experimental debido a que los economistas del comportamiento a menudo proponían teorías que podrían ser consideradas como algoritmos con respecto a cómo se procesa la información y las elecciones que resultan de este procesamiento de la información (Glimcher, Camerer, Fehr, & Poldrack, 2009).

2. Sustratos neurales

La neuroeconomía estudia las bases computacionales y neurobiológicas de la toma de decisiones tanto en los animales como en los seres humanos. Su meta principal es esclarecer cómo el cerebro resuelve las situaciones decisivas de la vida cotidiana. Una complicación importante en este esclarecimiento es el hecho de que las situaciones en las que los seres humanos deben tomar decisiones son muy variadas e implican que el cerebro utilice diferentes mecanismos y sistemas para resolverlas; es por esto que se hace necesaria la construcción de una taxonomía neuronal de la toma de decisiones que permita guiar las investigaciones e interpretar los resultados que de éstas se deriven (Rangel, 2009).

El propósito de la emoción es señalar al organismo los eventos, situaciones, o información en el ambiente que puede ser relevante y potencialmente importante para la supervivencia. Es por esto, que no es sorprendente que la emoción tenga un papel crítico en la toma de decisiones (Phelps & Delgado, 2009).

2.1. Amígdala

La amígdala es una estructura subcortical localizada en el lóbulo temporal medial que se conecta con áreas corticales como el área prefrontal, y subcorticales como el hipotálamo, el hipocampo y el núcleo septal o tálamo. Esta área es la encargada de procesar y codificar las señales emocionales asociándolas con el medio social en el que se desenvuelve la persona. Es decir, la amígdala actúa como mediadora en las emociones sociales o emociones secundarias, tales como la culpa, la indignación o la frustración, que son además emociones con valencia negativa. Además, desde una perspectiva evolutiva, la amígdala ha estado asociada a los procesos de defensa más primitivos, por su capacidad de identificar estímulos peligrosos y emociones negativas como la ira o el miedo (Carmona & Pérez, 2012; Simón, 1997).

Respecto al comportamiento económico, la amígdala es el área encargada de procesar los costos potenciales de las elecciones, del aprendizaje activo de nuevos valores (no innatos) y de la actualización de estos valores. Todo esto gracias a que puede identificar los estímulos peligrosos y las emociones negativas.

2.2. Sistema límbico

Las áreas de este sistema se encuentran interconectadas entre sí permitiendo la integración de la información recibida del mundo externo por los órganos sensoriales, y la información interna. Lo anterior le permite a este sistema controlar las funciones centrales de la emoción (es decir su experiencia subjetiva), y la expresión de éstas (mediada por el sistema nervioso autónomo) (Carmona Perera & Pérez García, 2012).

2.3. Núcleo Accumbens

El núcleo accumbens es una interfaz entre las estructuras emocionales y motoras, que juega un papel fundamental en el control de las acciones dirigidas a obtener recompensas, y

podría estar involucrado en procesos que guían el comportamiento de acuerdo a información predictiva acerca de refuerzos futuros.

Además, se le conoce como el área del placer, y se cree que juega un papel importante en el proceso de evaluación, ya que codifica los valores esperados durante el proceso de toma de decisiones, y le otorga valor a cada una de las alternativas.

Varias de las funciones de esta área son posibles gracias a las conexiones que mantiene con la amígdala, el hipocampo, el área tegmental ventral y la corteza prefrontal. (Tezanos, 2014).

Las neuronas dopaminérgicas reaccionan a las recompensas. Durante el condicionamiento, estas neuronas dejan de responder a las recompensas, y empiezan a reaccionar al estímulo condicionado, prediciendo el refuerzo. Así que estas neuronas no codifican los valores de las recompensas, sino los valores esperados. En núcleo accumbens codifica los valores esperados, las expectativas acerca de las diferentes opciones.

2.4. Corteza prefrontal

El área prefrontal comprende la parte más anterior de la corteza y se divide en tres partes: orbitofrontal, ventromedial y dorsolateral. Mantiene conexiones bidireccionales con diferentes estructuras subcorticales del sistema límbico como el tálamo, la amígdala y el núcleo accumbens (Carmona Perera & Pérez García, 2012), y evolutivamente fue la última en desarrollarse. Las funciones más complejas de los seres humanos, entre ellas las conocidas como funciones ejecutivas (FE) son soportadas principalmente por esta corteza, y permiten que los sujetos se involucren exitosamente en conductas independientes, productivas y útiles para sí mismos (Flores & Ostrosky-Solís, 2008).

La corteza prefrontal es la encargada de regular las funciones cognitivas tales como la planificación, la flexibilidad cognitiva, la capacidad de elección, entre otras; a través de la emoción, y tiene un papel fundamental en el procesamiento emocional y la toma de decisiones. Lo anterior lo puede llevar a cabo gracias a las conexiones bidireccionales con las estructuras subcorticales anteriormente mencionadas. En cuanto a la emoción, la corteza prefrontal tiene una

implicación tanto en la percepción y expresión, como en la experiencia emocional (Carmona Perera & Pérez García, 2012).

2.4.1. Corteza orbitofrontal

La corteza orbitofrontal se encuentra ubicada en los lóbulos frontales, justo encima de los ojos en los seres humanos, y comprende las áreas 10, 11 y 47 de Brodmann. Esta área posee conexiones con todas las áreas sensoriales, la amígdala, y el giro del cíngulo (Sánchez-Navarro & Román, 2004).

Esta estructura juega un papel importante en la toma de decisiones, ya que gracias a su conexión con el núcleo accumbens, se encuentra fuertemente vinculada con las emociones y con el sistema de refuerzo y recompensas, además del control inhibitorio en función del significado emocional de los estímulos. Esta área también se encarga de derivar señales integradas de valor y del aprendizaje de estos valores (Carmona Perera & Pérez García, 2012).

Según (Summerfield & Koehlin, 2009) este sector es el encargado de codificar el valor afectivo o emocional de los estímulos, es decir, de las opciones entre las cuales se debe elegir, y luego de codificar este valor lo transmite al área prefrontal dorsolateral para que esta última planee y organice el comportamiento de manera que pueda obtener el resultado deseado.

2.4.2. Corteza Prefrontal Dorsolateral

DLPFC (por sus siglas en inglés). Se divide funcionalmente en dos porciones: la dorsolateral, encargada de las funciones ejecutivas como la planeación, la solución de problemas complejos, la formulación de hipótesis, entre otras; y la anterior, relacionada con procesos de mayor complejidad, como son la metacognición, la cognición social y el autoconocimiento. Además se divide en tres regiones: superior, inferior y frontal. Esta corteza es además la encargada del control cognitivo, es decir, de ejercer el autocontrol en la toma de decisiones (Flores & Ostrosky-Solís, 2008)

En investigaciones recientes se ha encontrado que en el cerebro humano la corteza prefrontal dorsolateral integra la evidencia sensorial recolectada por las áreas de procesamiento sensorial para tomar decisiones perceptuales (Klucharev, 2015a).

2.4.3. Corteza Prefrontal Ventromedial

VMPFC (por sus siglas en inglés). Se encuentra situada en la parte ventral del córtex prefrontal, en las áreas 10, 11, 12 y 47 de Brodmann. La importancia de esta corteza radica en que tiene variadas y complejas conexiones con otras áreas cerebrales y además es la única área prefrontal que cuenta con densas conexiones recíprocas con la amígdala. Está relacionada de manera consistente con el aprendizaje emocional, la modulación y el reconocimiento de las expresiones emocionales. Por otra parte, es única en el envío de un número significativo de referencias a los centros visceromotores del hipotálamo, lo que hace que pueda controlar la expresión autonómica de las emociones. Además, la VMPFC realiza intermediaciones entre las estructuras cerebrales responsables de la cognición y el control de las emociones (Contreras, Catena, Perales, & Maldonado, 2008).

Estas intermediaciones entre diferentes áreas le permiten a esta corteza integrar la información cognitiva, sensorial y emocional, que determina la toma de decisiones y la planificación consciente. Es decir, integra y controla las motivaciones que permiten que los seres humanos elijan una opción entre muchas otras disponibles.

2.6. Corteza cingulada o giro del cíngulo

Está situada por encima del cuerpo calloso y proporciona una vía de conexión bidireccional con el tálamo, la amígdala, el hipotálamo y el tronco encefálico. La corteza cingulada anterior se asocia con las memorias de emociones ante olores y reacciones ante el dolor, y es importante en la teoría de la toma de decisiones por ser el área que permite que el cerebro elabore representaciones mentales del medio externo e inhiba las respuestas si éste es incierto (Carmona Perera & Pérez García, 2012).

2.7. Corteza insular o ínsula

Se localiza entre las cortezas temporal y parietal, y gracias a sus conexiones con numerosas estructuras corticales y subcorticales, esta área puede recibir información de los estados corporales e integrarlos con los procesos emocionales y cognitivos de orden superior; además, se encuentra vinculada a la percepción de los estados emocionales y a la experiencia

subjetiva de estos, asociando los marcadores somáticos o señales emocionales provenientes del cuerpo con la experiencia de las emociones (Carmona Perera & Pérez García, 2012).

2.8. Tronco encefálico

Esta estructura une la médula espinal con el cerebro y es una de las áreas más primitivas del cerebro humano. Una de sus funciones es posibilitar las respuestas reflejas o reacciones emocionales autonómicas ante estímulos afectivos, con lo que proporciona un mecanismo de alerta vital para la supervivencia. Las áreas del tronco encefálico involucradas en la emoción son la formación reticular, el locus cerúleo y el área ventral tegmental. La formación reticular es la responsable de mantener el ciclo de sueño vigilia. El área ventral tegmental contiene neuronas dopaminérgicas cuya estimulación se asocia con las emociones placenteras como la felicidad o el amor, función que le permite actuar como un sistema de recompensa (Carmona Perera & Pérez García, 2012).

2.8. Hipotálamo

Se localiza por debajo del tálamo y por encima de la glándula pituitaria, y tiene un papel importante en las emociones, principalmente en la expresión del estado emocional, por lo que hay una estrecha relación entre los aspectos cerebrales más elevados del cerebro y las funciones más básicas del organismo. El hipotálamo lateral se encuentra implicado en las emociones de placer e ira, mientras que la zona posterior hipotalámica se involucra en la regulación de las reacciones de agresión, miedo o dolor (Carmona Perera & Pérez García, 2012).

2.9. Hipocampo

Está situado en el lóbulo temporal medial que conecta con el hipotálamo y la amígdala. Se encuentra involucrado en los fenómenos emocionales, particularmente en lo concerniente a los recuerdos emocionales o sentimiento así como a la percepción de emociones a partir de un recuerdo (Carmona Perera & Pérez García, 2012).

2.10. Tálamo

Se ubica por encima del hipotálamo, dentro del lóbulo temporal medio y se conecta con otras estructuras del sistema límbico y con la corteza cerebral formando la vía corticotalámica a través de la cual envía estímulos sensoriales y emocionales a la corteza cerebral. Además, el tálamo procesa la información sensitiva y límbica filtrando la información clave de aquella que no lo es (Carmona Perera & Pérez García, 2012).

2.11. Septo

Es una estructura perteneciente al sistema límbico y está localizado en la parte anterior del tálamo, área con la que tiene múltiples conexiones. En la emoción su función se relaciona con la experiencia de emociones placenteras, especialmente las involucradas en la conducta sexual; también ejerce un rol importante en el control de la conducta agresiva y el miedo (Carmona Perera & Pérez García, 2012).

Tabla 1. Principales regiones cerebrales implicadas en la toma de decisiones y sus funciones

Región	Funciones Principales
Núcleo Acumbens	Codificación del valor anticipado. Búsqueda de riesgos.
Corteza Orbitofrontal	Deriva señales integradas de valor. Aprende valores (aprendizaje rápido).
Amígdala	Aprendizaje emocional. Estimación de costos.
Corteza cingulada	Monitoreo de conflictos. Ajustes conductuales.
Corteza insular	Conciencia de los estados corporales y las emociones. Evaluación del riesgo.
Hipotálamo	Conecta el sistema nervioso con el endocrino.
Corteza prefrontal dorsolateral	Control cognitivo y planeación

Nota: (Klucharev, 2015a).

3. Métodos

En la actualidad existen diversos métodos de investigación para el estudio de las bases cerebrales de la cognición y la conducta, métodos que en los últimos años se han perfeccionado gracias al avance y la innovación en el desarrollo de nuevas tecnologías para obtener imágenes cerebrales *post mortem* e *in vivo*. Estas nuevas tecnologías permitieron un avance directo puesto que ofrecen información cualitativa y cuantitativa acerca de las propiedades y el funcionamiento

del cerebro; además, han potenciado indirectamente por parte de los investigadores la opción de perspectivas más interdisciplinarias dada la complejidad de las metodologías de registro y análisis (Periañez & Miranda, 2013).

En este apartado se expondrán cinco grandes aproximaciones para investigar la actividad cerebral. Cada una de estas aproximaciones se puede caracterizar por su resolución espacial o temporal. El concepto de resolución temporal se refiere a qué tan bien se pueden diferenciar las distintas etapas del proceso de la toma de decisiones a través del tiempo; mientras que al hablar de resolución espacial se está haciendo referencia a si se pueden diferenciar espacialmente las poblaciones neuronales involucradas en el proceso de toma de decisiones. Desafortunadamente no hay ningún método neurocientífico “ideal”, con una perfecta resolución espacial y temporal. En la actualidad, las investigaciones deben combinar diferentes métodos, para poder entender tanto la dinámica de los mecanismos neurales de la toma de decisiones, como la localización de estos mecanismos en el cerebro.

3.1. El método lesional

Este método consiste en la observación de las consecuencias conductuales de diversos traumas que causan la destrucción de porciones del tejido cerebral. La lógica que subyace al estudio de los efectos cognitivos de las lesiones cerebrales, consiste en que cuando desaparece o se produce un daño en una determinada estructura cerebral también desaparece la contribución de dicha región a la función que desempeñaba. Es por esto que la observación de las consecuencias de lesiones en animales y humanos se utiliza en neurociencias cognitivas como una herramienta que permite establecer relaciones entre la anatomía y las funciones cerebrales.

Neuropsicólogos como Donald T. Stuss del Instituto de Investigación Rotman en Toronto, han señalado que mientras que las modernas técnicas de neuroimagen nos informan sobre la contribución o implicación de una determinada región cerebral en un procesos cognitivos específicos, el método lesional es el único que tiene la capacidad de informar acerca del aporte de ciertas regiones cerebrales en el desempeño de funciones específicas (Periañez & Miranda, 2013).

En la historia se pueden encontrar casos famosos que ilustran cómo un trauma en un área específica del cerebro puede implicar cambios concretos en la toma de decisiones de la persona lesionada. Quizá el caso más famoso es el de Phineas Gage, un capataz de construcción de 25 años, que mientras trabajaba distraído sufrió un accidente en el que una carga de pólvora le explotó en la cara, provocando que una vara de hierro con la que trabajaba le penetrara la mejilla izquierda, perforando la base del cráneo, atravesando la parte frontal de éste y saliendo a través de la parte superior de su cabeza con gran velocidad; destruyendo así, una parte de su corteza prefrontal (Damasio, 1996).

Antes de sufrir este accidente se destacaba por ser un hombre no solo fuerte y eficiente en su trabajo, sino prudente y con capacidad para dirigir a otras personas. En menos de dos meses consideraban que Gage estaba curado, sin embargo, su personalidad cambió drásticamente y del Phineas Gage del pasado poco quedó. Si bien sus funciones psicológicas superiores, es decir, el lenguaje, la atención, la memoria, entre otras, no tuvieron ninguna afectación importante, las alteraciones en la personalidad de Gage no eran sutiles. Después del accidente Gage se volvió incapaz de planificar el futuro, irregular, irreverente y las elecciones que hacía simplemente no podían ser buenas, sus decisiones eran claramente desventajosas (Damasio, 1996).

El mismo Damasio expresa que este caso es el más famoso, gracias al hecho de que las lesiones de Gage, a diferencia de otras lesiones conocidas en esa época, revelaba que existen sistemas en el cerebro dedicados a las dimensiones personales y sociales del razonamiento, y que éstas podrían perderse como resultado de una lesión cerebral, sin comprometer las capacidades lingüísticas e intelectuales (Damasio, 1996).

El caso de Phineas Gage ha sido quizá el más importante y famoso hasta ahora, ya que despertó el interés del mundo científico por la localización de las funciones cerebrales, y la importancia del lóbulo frontal en el desarrollo de la personalidad del individuo y en su capacidad de planear, de ser racional. Este es un método que todavía hoy se usa en las neurociencias, pero por sus implicaciones éticas solo se usa en animales, probando lesiones experimentales, y en humanos cuando hay lesiones “naturales”, es decir, que se producen a partir de accidentes no provocados con fines investigativos.

Tabla 1. Ventajas y desventajas del método lesional

Lesiones	
Ventajas	Desventajas
Evidencian el rol causal de un área específica del cerebro.	Usualmente no son focalizadas.
Aportan evidencias únicas.	Tienen consecuencias de largo plazo.
Las lesiones pueden ser compensadas por la plasticidad neuronal.	Pueden dar lugar a interpretaciones difusas.

Nota: (Klucharev, 2015)

3.2. Estimulación Magnética Transcraneal (EMT)

La Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) es una técnica que en los últimos años ha sufrido un rápido incremento en su utilización para estudios de neurociencia cognitiva, en su mayoría para estudiar problemas psicológicos relacionados con la visión, la atención, la memoria y el lenguaje (Tormos, Ramos, Valero, Camprodón, & Pascual-Leone, 2008).

El funcionamiento de la EMT se basa en el paso de una corriente a través de una bobina de hilo de cobre encapsulada en una carcasa de plástico, que se sitúa sobre la cabeza del sujeto experimental. Cuando uno de estos pulsos de corriente pasa por la bobina de estimulación, se genera un campo magnético que pasa a través del cuero cabelludo y de la parte superior de la bóveda craneal del sujeto, sin atenuarse, y que además induce una corriente en el cerebro del sujeto (Tormos, Ramos, Valero, Camprodón, & Pascual-Leone, 2008).

De acuerdo a lo anterior, la EMT se considera como una forma de estimulación eléctrica no invasiva, debido a que no funciona con electrodos, sino por inducción electromagnética. Es por esta razón, y gracias a la combinación de su capacidad de resolución espacial y temporal, que esta técnica ocupa una posición privilegiada para el mapeo de funciones cerebrales, además de que puede utilizarse para activar o interferir con funciones, en lugar de registrar la actividad eléctrica o metabólica cerebral. Esta función permite que a través de la utilización de este método se establezcan relaciones causales entre el comportamiento humano y la actividad cerebral que lo causa, y no simples correlaciones, producidas por otras técnicas neurofisiológicas o de neuroimagen (Tormos, Ramos, Valero, Camprodón, & Pascual-Leone, 2008).

Además, este método actúa de manera segura y no dolorosa, permitiendo estimular ciertas áreas cerebrales sin causar ningún tipo de daño. Sin embargo, este método también presenta algunas desventajas, como lo son la imposibilidad de estimular áreas profundas del cerebro, ciertas limitaciones médicas para la exposición a los campos magnéticos y el hecho de que produce fuertes sonidos y contracción de los músculos (Klucharev, 2015).

Si bien posee algunas limitaciones, este método es uno de los más prometedores en los estudios de neuroeconomía, debido a que, complementando a otros métodos, permite estudiar las vías motoras centrales, la excitabilidad cortical y el mapeo de funciones cerebrales corticales. Finalmente, cabe resaltar que éste es el único método que da a los investigadores la posibilidad de evidenciar los resultados funcionales de los estudios de neuroimagen y la relación causal que existe entre la actividad cerebral focal y el comportamiento humano (Tormos, Ramos, Valero, Camprodón, & Pascual-Leone, 2008).

Tabla 2. Ventajas y desventajas de la Estimulación Magnética Transcraneal

Estimulación Magnética Transcraneal	
Ventajas	Desventajas
Puede provocar efectos secundarios a largo plazo.	Puede ser difícil estimular áreas profundas del cerebro.
Muestra mecanismos neurales causales.	Existen límites médicos para la exposición a los campos magnéticos.
Uno de los métodos más prometedores en neuroeconomía.	Produce fuertes sonidos y contracciones musculares.
	Riesgo medio de provocar ataques epilépticos.

Nota: (Klucharev, 2015).

3.3. Magnetoencefalograma (MEG) y Electroencefalograma (EEG)

3.3.1. Magnetoencefalograma

Este método mide el campo magnético producido por la actividad eléctrica en el cerebro. Se caracteriza por la detección que se realiza de forma no invasiva de los campos magnéticos cerebrales, producidos por las dendritas de las neuronas piramidales. La MEG capta principalmente la actividad de los surcos cerebrales, gracias a que las dendritas de esta área se

ubican de manera tangencial a la superficie y generan un campo perpendicular que puede ser captado por la MEG desde el exterior (Maestú, Maestú, & Pozo, 2008).

Los primeros registros de este método se sitúan en la década de los sesenta, y desde entonces ha evolucionado hasta convertirse en una de las herramientas más eficaces en el estudio no invasivo de la actividad cerebral. A partir de los noventa se empezaron a dar desarrollos que permitieron elaborar mapas de la actividad magnética cerebral de toda la cabeza (*whole-head*), fusionando sobre una imagen estructural y con alta resolución espacial (5 mm³) (Maestú, Maestú, & Pozo, 2008).

Su mayor ventaja radica en que gracias a su carácter no invasivo es posible aplicarla a cualquier tipo de población, y captar los diferentes estados de activación normal y patológica de sus cerebros. Además, en conjunto con otros métodos, permite identificar las relaciones causales de algunas áreas cerebrales con sus respectivas funciones, tales como el lenguaje, la memoria, la actividad motora, entre otras. (Maestú, Maestú, & Pozo, 2008).

Finalmente, una de las limitaciones de este método es que las fuentes más profundas son difíciles de captar debido a que el campo magnético se degrada en función del cuadrado de la distancia (Maestú, Maestú, & Pozo, 2008).

3.3.2. Electroencefalograma

El Electroencefalograma (EEG) consiste en la grabación de la actividad eléctrica producida por los potenciales de acción de las neuronas a lo largo del cuero cabelludo. En neurociencias cognitivas este método se ha utilizado para el estudio de la relación entre el flujo de la corriente eléctrica cerebral y el procesamiento de las situaciones del ambiente y la conducta, lo cual se conoce como potenciales evocados. Estos potenciales se pueden evidenciar en el EEG y son inducidos por los cambios en la actividad cerebral inducidos por estímulos sensoriales, motores o cognitivos (Nowak, Escera, Corral, & Barceló, 2008).

Una de sus ventajas es que proporciona una medida directa y no invasiva de la actividad cerebral y refleja diferentes procesos sensoriales, motores y cognitivos clasificados en función de

su ubicación a través del cuero cabelludo, su respuesta a las variables experimentales, su polaridad (positiva o negativa) y su latencia (Nowak, Escera, Corral, & Barceló, 2008).

Finalmente, cabe aclarar que el EEG (al igual que el MEG) refleja los potenciales post-sinápticos y no los potenciales de acción. La diferencia entre ambos es que los potenciales de acción son más rápidos, y su campo disminuye rápidamente, mientras que los potenciales post-sinápticos se mantienen por más tiempo, lo que permite tener un rastreo más prolongado de la actividad cerebral.

Tabla 3. Ventajas y desventajas del Electroencefalograma y el Magnetoencefalograma.

Electroencefalograma y Magnetoencefalograma	
Ventajas	Desventajas
El Electroencefalograma es de bajo costo.	El Magnetoencefalograma es costoso.
Ambos tienen perfecta resolución espacial.	Ambos tienen resolución espacial relativamente baja.

Nota: (Klucharev, 2015b).

3.4. Resonancia magnética funcional (RMf)

La resonancia magnética (RM) es actualmente la técnica de imagen más utilizada en neurociencias, especialmente en lo referente a estudios estructurales. Recientemente se desarrolló la RM funcional (RMf), la cual es la técnica más utilizada en estudios de neuroeconomía a nivel mundial y que constituye una revolución en el estudio de la actividad cerebral, gracias a su resolución espacial, superior a la de las otras técnicas funcionales, y porque fusiona con exactitud las imágenes funcionales y estructurales (Álvarez, Ríos, Hernández, Bargalló, & Calvo-Merino, 2008).

El procedimiento consiste en introducir al sujeto experimental adentro del imán, rodeando su cabeza con algunas bobinas. La primera bobina, un imán, produce un campo magnético muy fuerte. Los protones del cerebro estarán alineados con el campo magnético fuerte. Luego una bobina dentro de la cámara produce una leve gradiente en el campo magnético que ayudará a detectar la posición de la activación adentro del cerebro, y finalmente, una tercera bobina produce un campo de radiofrecuencia magnética que activa los protones, excitándolos durante el escaneo.

Una vez se apaga se puede grabar el campo magnético emitido por los protones activados (Klucharev, 2015b).

Este método es el más popular hoy en día porque permite recolectar un atlas en 3D del cerebro, sin producir ningún tipo de daños en los sujetos debido a que es una técnica inocua. Además, es un método que se puede utilizar en sujetos de investigación sanos, y repetirse las veces que sean necesarias, y permite estudiar la activación cerebral en tiempo real (Álvarez, Ríos, Hernández, Bargalló, & Calvo-Merino, 2008).

Pero no todo son ventajas. La RMf es una técnica especialmente difícil: requiere de aparatos de alta calidad y complejidad, lo que implica elevados costos, además de que los métodos de adquisición y el diseño de los experimentos son muy complejos. Asimismo, para llevar a cabo un análisis adecuado y riguroso de los datos se requieren avanzados conocimientos de física, informática y estadística (Álvarez, Ríos, Hernández, Bargalló, & Calvo-Merino, 2008).

Finalmente, es importante resaltar que la RMf tiene muchas más ventajas que otros métodos de mapeo de función cortical. El hecho de ser una técnica no invasiva, implica que esta técnica no presente los grandes riesgos y complicaciones propios de los procedimientos más agresivos. Y si se compara con otros métodos no invasivos, como lo son el electroencefalograma y el magnetoencefalograma, se puede evidenciar que este método cuenta con una mayor resolución espacial y con la capacidad de correlacionar el mapa funcional con la anatomía cerebral (Álvarez, Ríos, Hernández, Bargalló, & Calvo-Merino, 2008).

Tabla 4. Ventajas y desventajas de la Resonancia Magnética Funcional

Resonancia Magnética Funcional	
Ventajas	Desventajas
No invasivo	Indirecto (medidas de respuesta de BOLD)
No ocasiona daños a los sujetos	Es ruidoso
Buena resolución en 3D	Mala sincronización (respuesta de pocos segundos)
	Tiene restricciones para algunos sujetos

Nota: (Klucharev, 2015b)

4. Teoría del procesamiento dual

Alrededor de 1970 empezaron a haber cambios importantes respecto a lo que hasta ese momento se conocía de la toma de decisiones. El psicólogo Israelí Daniel Kahneman y su colega Amos Tversky hicieron grandes aportes a los cambios de visión que se empezaron a desarrollar a partir de ese entonces, debido a que integraron la investigación psicológica al estudio del juicio humano y la toma de decisiones económicas en ambientes de incertidumbre.

Lo fundamental es que las investigaciones de estos autores cuestionan grandes principios de la economía clásica, entre ellos cuando se presume que los seres humanos toman decisiones racionales y siguen comportamientos maximizadores. Según estos autores, las decisiones se ven afectadas por valores y juicios, que actúan como catalizadores mentales, y que impiden que las decisiones tomadas sean todo el tiempo racionales (Quintanilla, 2002).

Los planteamientos de estos autores se basan en la teoría de que el ser humano utiliza dos tipos de procesos cognitivos en la toma de decisiones, los del Sistema 1 (intuitivos) y los del Sistema 2 (racionales).

4.1. Sistema 1

Las operaciones de este sistema tienden a ser rápidas, automáticas, asociativas, a menudo emocionales, implican poco esfuerzo, se encuentran determinadas por los hábitos (la costumbre) y son difíciles de controlar y modificar (Carrión, 2013).

El pensamiento intuitivo de este sistema aparece de forma espontánea, ya que es muy accesible y permite realizar valoraciones naturales, sin esfuerzo, de forma rápida y eficiente. Al ser mucho más accesible que el Sistema 2, se necesitan razones de peso para usar este último (Carrión, 2013). Este sistema opera automáticamente, con poco o ningún esfuerzo, sin ninguna sensación de control voluntario, además genera impresiones, sensaciones e impresiones en las que se ignora la ambigüedad y se suprime la incertidumbre, y se centra en la evidencia existente, ignorando la evidencia ausente (Kahneman, 2012).

4.2. Sistema 2

Contrario a las operaciones del Sistema 1, las operaciones de este sistema son más lentas, seriales, requieren de más esfuerzo y están sujetas al monitoreo consciente y deliberadamente controlado; son relativamente flexibles, potencialmente superiores y poseen menor capacidad para el procesamiento de la información.

Algunas de sus principales funciones son centrar la atención en las actividades mentalmente esforzadas, monitorear la calidad del comportamiento y concentrarse para vencer los impulsos del Sistema 1 (autocontrol). Además, el Sistema 2 es el único que puede seguir reglas, comparar objetos en varios de sus atributos y hacer elecciones deliberadas entre opciones (Kahneman, 2012).

En general, las muy variadas operaciones del Sistema 2 tienen un rasgo común: requieren atención y resultan perturbadas cuando la atención se aparta de ellas. La asignación atencional se ha perfeccionado a lo largo de la evolución, ya que orientar la atención para responder rápidamente a los peligros del medio o a las oportunidades prometedoras aumenta la oportunidad de sobrevivir (Kahneman, 2012).

Finalmente, cabe resaltar que este sistema tiene una participación importante en la formación de los juicios, los hábitos y las creencias. En la formación de los primeros, este sistema recibe las preguntas y orienta la atención para buscar las respuestas en la memoria, y en la formación de los dos últimos, recibe las impresiones, intuiciones, intenciones y sensaciones, y las evalúa y decide si las acepta con o sin modificaciones, o si las rechaza.

La siguiente tabla resume y hace una comparación entre las operaciones de ambos sistemas:

Tabla 5. Conjunto de atributos asociados a los procesos del Sistema 1 y el Sistema 2

Sistema 1	Sistema 2
Conciencia	
Inconsciente (Preconsciente)	Consciente
Implícito	Explícito
Automático	Controlado
Bajo esfuerzo	Alto esfuerzo
Rápido	Lento
Alta capacidad	Baja capacidad
Holístico y perceptual	Analítico y reflexivo
Evolución	
Antiguo evolutivamente	Evolutivamente reciente
Compartido con animales	Exclusivamente humano
No verbal	Vinculado con el lenguaje
Características funcionales	
Asociativo	Basado en reglas
Dominio específico	Dominio general
Contextualizado	Abstracto
Pragmático	Lógico
Paralelo	Secuencial
Diferencias individuales	
Universal	Heredado
Independiente de la inteligencia general	Ligado a la inteligencia general
Independiente a la memoria de trabajo	Limitado a la capacidad de la memoria de trabajo

Nota: (Evans, 2009)

5. Toma de decisiones bajo riesgo e incertidumbre

La toma de decisiones es un proceso cognitivo que permite a un sujeto escoger un curso de acción determinado entre diferentes opciones posibles (Summerfield & Koechlin, 2009).

El riesgo y la ambigüedad son dos condiciones en las que las consecuencias de las posibles elecciones son inciertas, es decir, cuando el resultado de la opción escogida depende en cierta medida del azar. Al hablar de *riesgo*, se hace referencia a que las probabilidades de las diferentes opciones pueden ser estimadas, mientras que en la *ambigüedad*, estas probabilidades de los diferentes cursos de acción son desconocidas para el sujeto que debe tomar la decisión (Levy, Snell, Nelson, Rustichini, & Glimcher, 2010).

En neuroeconomía se han llevado a cabo diversos estudios en los que se descubrió que las personas son renuentes a estas dos condiciones. Al respecto se han desarrollado un gran número de experimentos en los que se desarrollaron dos categorías: *aversión al riesgo*, que hoy se entiende como una tendencia a preferir altas probabilidades de pagos o recompensas bajas, en contraste con bajas probabilidades de altas rentabilidades incluso si el *valor esperado* es más alto para la segunda opción (Levy et al., 2010). Y la *aversión a la ambigüedad*, en la que las personas evitan las situaciones en las que no conocen completamente la distribución de las probabilidades de cada uno de los resultados posibles.

De estos dos conceptos, del que más se ha hablado en los círculos científicos es de la aversión al riesgo, concepto que más se ha teorizado hasta el momento. Por otro lado, la paradoja de Ellsberg evidencia el comportamiento de la mayoría de las personas ante situaciones de ambigüedad o incertidumbre:

Se presentan dos urnas opacas, cada una contiene diez bolas. La primera contiene cinco rojas y cinco negras; la segunda también contiene bolas rojas o negras, pero en una proporción desconocida. Se ofrece una recompensa de 1000 euros para quien consiga acertar el color de la bola que saldrá, sabiendo que puede elegir de cuál urna sacarla (Oviedo, s.f., párr. 2).

En experimentos con el anterior ejemplo se ha encontrado que la mayoría de los sujetos experimentales elige la primera urna, demostrando que ante situaciones en las que no conocen las probabilidades a las que se enfrentan, prefieren la opción segura a la opción ambigua.

Este tipo de aversión –a la ambigüedad- tiende a ser mucho más fuerte, lo cual es un fenómeno desconcertante para los economistas, pues en el sentido normativo, parece irracional y en el sentido práctico puede conducir a las personas a elecciones desfavorables en muchos ámbitos como la salud, las finanzas y algunos asuntos legales (Levy et al., 2010).

En estudios de neuroimagen realizados con RMf se ha encontrado que en situaciones en las que los sujetos deben elegir entre opciones ambiguas y arriesgadas, la corteza orbitofrontal (OFC) muestra mayores niveles de activación, lo que podría indicar que está involucrada en el

procesamiento del riesgo y la ambigüedad (Levy, Rosenberg Belmaker, Manson, Tymula, & Glimcher, 2012).

Además, esta técnica de neuroimagen ha permitido que los investigadores visualicen los cambios en la actividad cerebral de los individuos al anticipar y tomar decisiones financieras. Knutson & Greer desarrollaron el *modelo del afecto anticipatorio*. En este modelo postulan que la incertidumbre induce mayores niveles de excitación anticipatoria, mientras que las ganancias o pérdidas potenciales inducen afectos positivos o negativos. Debido a que la mayoría de los eventos futuros son inciertos, las ganancias positivas deberían inducir a una excitación positiva (sentimientos como la euforia), relacionada con actividad neural en el Núcleo Accumbens; del mismo modo, las pérdidas potenciales podrían inducir a afectos negativos (como la ansiedad), correlacionados con la activación de la ínsula anterior (Wu, Sacchet, & Knutson, 2012).

Este modelo tiene implicaciones para las teorías psicológicas de la motivación, pues se ha evidenciado que al producirse afecto positivo o excitación, se promueve la aproximación, y cuando se produce afecto negativo, se promueve la retirada o evasión. Lo anterior llevó a los autores a formular las siguientes hipótesis: 1. Al aumentar la excitación positiva, las ganancias inciertas debe parecer más atractivas, lo cual lleva a las personas a buscar el riesgo. 2. Al aumentar la excitación negativa, las pérdidas inciertas se hacen más visibles, lo cual debe llevar a los sujetos a evitar el riesgo (Wu et al., 2012).

De hecho, Kahneman y Tversky postularon que en el dominio positivo, los sujetos presentan aversión al riesgo al enfrentarse a decisiones en las que tienen una opción que implica una ganancia segura sobre otras ganancia que aunque es mayor, es incierta o es solo probable; por el contrario, en el dominio negativo, se presenta una atracción o búsqueda del riesgo, en el que se elige una pérdida mayor que es probable sobre una pérdida menor que es segura (Kahneman, Tversky, 1987).

El siguiente es un ejemplo que ha sido utilizado en diferentes investigaciones y que ilustra el principio anterior:

Se solicita a los sujetos elegir entre:

Obtener 3000 euros seguros o ganar 4000 euros con una probabilidad del 0.8.

Perder 3000 euros seguros o perder 4000 euros con una probabilidad de 0.8.

En sus experimentos, Kahneman y Tversky (1987) encontraron que en el primer caso el 80% de las personas elegirían la opción segura, es decir, ganar 3000 euros seguros (en consonancia con su teoría de aversión a la pérdida en el dominio de las ganancias), y en el segundo caso, el 92% de las personas elegiría la opción arriesgada, es decir, arriesgarse a perder 1000 euros más con una probabilidad del 80% (confirmado su hipótesis de la atracción por el riesgo en el dominio de las pérdidas).

Dos alternativas que son equivalentes en probabilidad y resultados podrían tener valores distintos dependiendo de nuestra formulación. Los sujetos con el fin de simplificar sus elecciones entre alternativas normalmente descuidan los componentes que las alternativas comparten y atienden a las que los componentes que las distinguen (Kahneman, Tversky, 1987).

Discusión

Durante mucho tiempo la teoría neoclásica de la economía ha dominado en los discursos académicos y de las personas del común, con el supuesto básico de que las personas pueden hacer evaluaciones objetivas de la realidad y basadas en éstas, tomar decisiones racionales.

En contraste, la neuroeconomía surgió como ciencia en las últimas décadas del siglo pasado, cambiando los paradigmas al demostrar a través de variados experimentos y métodos que los hombres toman decisiones basados en sesgos cognitivos, preferencias personales y estados emocionales cambiantes, que impiden evaluar objetivamente la realidad y las diferentes alternativas que se les presentan en la vida cotidiana.

Conclusiones

De acuerdo a los experimentos y las teorías desarrolladas por los autores mencionados a lo largo del texto, se puede concluir que las teorías económicas clásicas se agotan en el entendimiento de la toma de decisiones humanas. Partiendo de lo anterior, vale la pena resaltar que este es un campo en el que todas las disciplinas involucradas tienen aspectos que aportar. Por

un lado, la economía goza de una rigurosidad científica y del conocimiento de las variables económicas y los comportamientos de los mercados, aportando insumos importantes para los trabajos de campo; y por otro lado, la psicología ha desarrollado teorías importantes acerca de la mente y el comportamiento humano, y aún más importante, de la implicación que tienen las emociones en los procesos de toma de decisiones.

En este trabajo solo se abordó lo concerniente a la toma de decisiones económicas, sin embargo, la toma de decisiones puede aplicarse no solo a decisiones económicas, sino a decisiones concernientes a otras áreas del conocimiento, como lo es por ejemplo la política, que en tiempos de coyuntura nacional como los que vive Colombia, sería valioso profundizar en cómo y por qué las personas eligen.

Finalmente, vale la pena llamar la atención acerca del hecho de que los desarrollos teóricos de este campo se han dado en países como Estados Unidos o Rusia, que cultural y socialmente presentan condiciones muy diferentes a las de Colombia; al respecto, se concluye que sería interesante plantear experimentos ajustados al contexto latinoamericano, para evaluar de qué manera esos aspectos sociales y culturales influyen en la toma de decisiones.

Referencias

- Álvarez, J., Ríos, M., Hernández, J., Bargalló, N., & Calvo-Merino, B. (2008). Resonancia Magnética I. Resonancia Magnética Funcional. En F. Maestú, M. Ríos, & R. Cabestrero, *Neuroimagen: Técnicas y procesos cognitivos* (págs. 27-59). Barcelona: Elsevier.
- Carmona Perera, M., & Pérez García, M. (2012). Emociones y funciones ejecutivas. En J. Tirapu, *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas* (págs. 393-411). Barcelona: Viguera Editores.
- Carrión, J. (2013). Kahneman: más simple que una tiza. *Capital Humano*(280), 28-31.
- Contreras, D., Catena, A., Perales, J., & Maldonado, A. (2008). Funciones de la Corteza Prefrontal Ventromedial en la toma de decisiones emocionales. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 8(1), 285-313.
- Damasio, A. (1996). *El error de Descartes*. Barcelona: Crítica.
- Evans, J. (2009). Dual-Processing Accounts of Reasoning, Judgement, and Social Cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 255-278. Obtenido de <https://goo.gl/4OzKro>
- Flores, J. C., & Ostrosky-Solís, F. (2008). Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana. *Neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*, 8(1), 47-58. Obtenido de <https://goo.gl/hIZfnG>
- Glimcher, P. W. (2008a). Neuroscience, Psychology, and Economic Behavior: The Emerging Field of Neuroeconomics, 261–278.
- Glimcher, P. W. (2008b). *The Neurobiology of Individual Decision Making , Dualism , and Legal Accountability*. New York.
- Glimcher, P. W., Camerer, C. F., Fehr, E., & Poldrack, R. A. (2009). Neuroeconomics. *Annu. Rev. Psychol.* Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780123741769>
- Glimcher, P., Camerer, C., Fehr, E., & Poldrack, R. (2009). Introduction: A Brief History of Neuroeconomics. En P. Glimcher, C. Camerer, E. Fehr, & R. Poldrack, *Neuroeconomics* (págs. 1-12). Londres: Elsevier.
- Kahneman, D. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Bogotá D.C.: Penguin Random House.
- Klucharev, V. (2015). *Methods of Cognitive Neuroscience. Lesions, Brain Stimulation*. Obtenido de <https://goo.gl/RBJKB8>

- Maestú, C., Maestú, F., & Pozo, F. (2008). Magnetoencefalografía. En F. Maestú, M. Ríos, & R. Cabestrero, *Neuroimagen: Técnicas y procesos cognitivos* (págs. 173-193). Barcelona: Elsevier.
- Nowak, R., Escera, M., Corral, M., & Barceló, F. (2008). Electroencefalografía y Potenciales evocados. En F. Maestú, M. Ríos, & R. Cabestrero, *Neuroimagen: Técnicas y procesos cognitivos* (págs. 155-171). Barcelona: Elsevier.
- Oviedo, M. P. (s.f.). *La «paradoja de Ellsberg» o la «aversión a la ambigüedad»*. Obtenido de <https://goo.gl/xwjRxN>
- Periañez, J. A., & Miranda, R. (2013). Métodos de investigación en neurociencia cognitiva. En P. Enríquez de Valenzuela, *Neurociencia cognitiva* (págs. 75-96). Madrid: Sanz y Torres.
- Phelps, E., & Delgado, M. (2009). Emotion and Decision Making. En M. Gazzaniga, *The Cognitive Neurosciences* (págs. 1093 - 1103). Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- Quintanilla, I. (2002). Daniel Kahneman y la Psicología Económica. *Revista de Psicología del Trabajo y las Organizaciones*, 18(1), 95-108.
- Rangel, A. (2009). The Neuroeconomics of Simple Goal-Directed Choice. En M. S. Gazzaniga, *The Cognitive Neurosciences* (págs. 1075-1084). Massachusetts Institute of Technology.
- Sánchez-Navarro, J. P., & Román, F. (2004). Amígdala, corteza prefrontal y especialización hemisférica en la experiencia y expresión emocional. *Anales de Psicología*, 20(2), 223-240. Obtenido de <https://goo.gl/gFcnNH>
- Simón, V. (1997). La participación emocional en la toma de decisiones. *Psicothema*, 9(2), 365-376. Obtenido de <https://goo.gl/D3IWkC>
- Summerfield, C., & Koechlin, E. (2009). Decision Making and Prefrontal Executive Function. En M. Gazzaniga, *The Cognitive Neurosciences* (págs. 1019-1029). Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- Tezanos, P. (2014). *Núcleo accumbens: un centro de aprendizaje y motivación*. Obtenido de <https://goo.gl/7MO0Xi>
- Tormos, J. M., Ramos, C., Valero, A., Camprodón, J., & Pascual-Leone, A. (2008). Estimulación Magnética Transcraneal. En F. Maestú, M. Ríos, & R. Cabestreto, *Neuroimagen: Técnicas y procesos cognitivos* (págs. 213-241). Barcelona: Elsevier.

