



**Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Universidad de Valparaíso, Chile.**

LA NEUROLOGÍA, LA PSICOLOGÍA Y LA ECONOMÍA: ASPECTOS DE LA NEUROECONOMIA.

AUTOR: Srta. Isabelle GINISTY
PROFESOR GUIA: Sr. Galo LOPEZ Z.

**Grado de Licenciado en Negociaciones Internacionales,
Título Profesional de Administrador de Negocios Internacionales.**



INDICE

LISTA DE LAS FIGURAS.....	4
LISTA DE LOS CUADROS.....	5
LISTA DE LAS ABREVIATURAS.....	6
AGRADECIMIENTOS.....	7
RESUMEN.....	8
INTRODUCCION.....	10
CAPÍTULO I : INTRODUCCIÓN A LA NEUROECONOMÍA: PROCESOS SUBYACENTES A LA DECISIÓN ECONÓMICA.....	13
1.0) Introducción.....	13
1.1) El error de Jevons.....	14
1.2) Introducción a las neurologías.....	15
1.2.1) <u>El cerebro: elementos básicos</u>	16
1.2.2) <u>Las herramientas de las neurologías</u>	17
1.3) Los procesos mentales: controlados y automáticos.....	18
1.3.1) <u>Validaciones empíricas</u>	18
1.3.2) <u>Corolarios fisiológicos</u>	20
1.3.3) <u>La emparejamiento automática</u>	24
1.4) Enfoque bidimensional del funcionamiento cerebral.....	25
1.5) Interacción entre los sistemas.....	29
1.6) Conclusión.....	34

CAPÍTULO II : LAS PREFERENCIAS Y LA NEUROECONOMÍA: APOYO Y CONTRIBUCIÓN A LA TEORÍA ECONÓMICA.....	36
2.0) Introducción.....	36
2.1) Enfoque holístico de la neuroeconomía.....	37
2.2) La preferencia y la utilidad subjetiva.....	39
2.3) Estimation de las probabilidades y revisión del concepto de la esperanza de la utilidad.....	41
2.3.1) <u>La paradoja de Allais (1953)</u>	42
2.3.2) <u>La paradoja de Ellsberg (1961)</u>	46
2.3.3) <u>Elementos de la teoría prospectiva, heurísticos y efectos de encuadre</u>	49
2.4) Conclusión.....	52
CAPÍTULO III: TEORÍA DE LOS JUEGOS Y NEUROECONOMIA.....	55
3.0) Introducción.....	55
3.1) Teoría de los juegos, racionalidad y neurologías.....	56
3.2) Teoría comportamental de los juegos y neurologías.....	62
3.2.1) <u>El juego de la confianza</u>	62
3.2.2) <u>El dilema del preso</u>	66
3.2.3) <u>El juego del ultimátum</u>	68
3.3) Reciprocidad fuerte y consideraciones evolucionistas.....	72
3.4) Psicología evolucionista y modularidad.....	74
3.5) Conclusión.....	76
CONCLUSIÓN.....	78
REFERENCIAS.....	83

LISTA DE LAS FIGURAS

Figura 1.1: Los lóbulos de la corteza.....	16
Figura 1.2: Los tres cerebros del humano en corte transversal.....	17
Figura 1.3: Ilusión de Müller-Lyer.....	20
Figura 1.4: Algunas regiones pertinentes a la neuroeconomía.....	23
Figura 1.5: Influencia de una señal subconsciente sobre el consumo de personas que tienen sediento.....	28
Figura 2.1: La paradoja de Ellsberg.....	47
Figura 2.2: La corteza prefrontal ventromedial.....	48
Figura 3.1: Resultados del juego de la inspección y el resquillage.....	58
Figura 3.2: Comportamiento humano en el juego de la inspección y el resquillage.....	60
Figura 3.3: Comportamiento del mono en el juego de la inspección y el resquillage.....	60
Figura 3.4: Juego de la confianza y la reciprocidad.....	63
Figura 3.5: Dilema del preso.....	67
Figura 3.6: Ronda típica del juego del ultimátum y resultados comportamentales.	70
Figura 3.7: Competición entre razón y emociones para el control del comportamiento en el juego del ultimátum.....	71

LISTA DE LOS CUADROS

Cuadro 1.1: Corolarios fisiológicos de los sistemas X y C.....	22
Cuadro 1.2: Enfoque bidimensional del funcionamiento cerebral.....	26
Cuadro 2.1: Los tres niveles de comprensión de un dispositivo de tratamiento de la información según el enfoque de Marr.....	38
Cuadro 3.1: La matriz de los pagos del juego de la inspección y el resquillage.....	57

LISTA DE LAS ABREVIATURAS

FMRI	<i>Functional Magnetic Resonance Imagery</i> ; imágenes a resonancia magnético funcional
Cues	Señales de una acción; esta porción específica de un campo perpetuo o de un dibujo de estímulos a los cuales un tema aprendió a responder
CPFVM	La corteza prefrontal ventromedial
BOLD Signal	<i>Blood Oxygen Dependent Signal</i>
BSR	<i>Brain Stimulation Reward</i> Estímulos eléctricos
EEG	Electroencefalograma
TEP	<i>Position Emission Topography</i> ; tomografía por emisión de positrones
DLPFC	La corteza prefrontal dorsolateral

AGRADECIMIENTOS

Busqué, en este trabajo presentar al lector algunas de las principales investigaciones realizadas por la fusión de la economía, psicología y neurología. No teniendo formación particular en psicología o en neurología, hice pues, en mis gestiones, una explicación de lo que es la neuroeconomía y lo que pretende hacer, de la manera más simple posible, indicando al lector que desearía saber aún más, dónde encontrar los artículos y las publicaciones más profundas.

Como la neuroeconomía es una disciplina emergente que evoluciona rápidamente, me enfrenté a distintos cambios de posiciones de los investigadores, lo que representa un desafío adicional para mi trabajo.

Me di cuenta que, la palabra « neuroeconomía », existe más información en la web en inglés. Eso se explicaría por el hecho que casi todas las investigaciones son publicadas en inglés y que los principales centros de investigación son localizados en los Estados Unidos.

Quiero aprovechar de este momento para expresar mis más cordiales agradecimientos a mi profesor guía, Sr. Galo LOPEZ Z. quien me ha ayudado y motivado para realizar este trabajo, como para expresar su interés en este tema sencillo y nuevo.

RESUMEN

Desde la perspectiva de la economía como comportamiento, la neuroeconomía puede dar a conocer a la teoría económica utilizando los conocimientos de los mecanismos del cerebro. Para entender mejor la contribución de la neuroeconomía, presentamos breves elementos de introducción, metodológicos y algunas herramientas de las neurologías.

Luego, presentamos la cara bidimensional del funcionamiento cerebral, no sin previamente haber hecho un balance de su pertinencia con ayuda de validaciones empíricas. Este enfoque permitirá elaboraciones relativas a la importancia de la automaticidad, las emociones y el emparejamiento automático en el proceso de decisiones económicas, sugiriendo un menor espacio para los procesos controlados de deliberaciones atentas y mayor espacio para los otros procesos.

Se intentará mostrar a continuación temas como las preferencias, la toma de decisión en situación de riesgo e incertidumbre, las preferencias sociales y la teoría comportamental de los juegos pueden beneficiarse de todos de las proyecciones de la neuroeconomía.

Lo que está en juego a nivel último de la neuroeconomía es desarrollar una nueva teoría de la decisión que permitiría reducir la divergencia entre los enfoques normativos de la

teoría económica neoclásica y los enfoques descriptivos de la economía comportamental.

El enfoque de la neuroeconomía tiene un carácter pluridisciplinar y sincrético, pues integra al mismo tiempo a los investigadores de la neurología, de la psicología y la economía. Para los investigadores de la neurología, ofrece nuevas herramientas conceptuales permitiéndoles estudiar el cerebro dentro de otro paradigma; para los psicólogos y los economistas comportamentales, es una consecuencia lógica de sus observaciones empíricas, puesto que el comportamiento observado se origina necesariamente a partir del cerebro y no a partir de abstracciones matemáticas y otras modelaciones.

Por fin, puesto que la neuroeconomía utiliza el cerebro como herramienta de análisis, incorpora inevitablemente consideraciones evolucionistas que podrían permitir comprender mejor : ¿Porqué el comportamiento se aleja a veces de la racionalidad sustantiva, y porqué el ser humano parece así a menudo tirado entre el orden interno del espíritu, el orden externo de las interrelaciones sociales y el orden ancho de los mercados ?

INTRODUCCION

Desde el principio de este siglo, investigadores en distintas disciplinas tales como la economía, la psicología, la biología y las neurologías, decidieron agruparse para trabajar juntos, de modo que hayan iniciado la aparición de una nueva ciencia: la neuroeconomía. Al conectar la decisión a sus substratos neuronales, la neuroeconomía permite una mejor comprensión del funcionamiento del cerebro en los procesos de toma de decisiones. Así, la neuroeconomía puede informar a toda ciencia del comportamiento. Así, en esta memoria, presentamos las búsquedas pioneras de esta disciplina emergente, destacando al paso, su pertinencia, su validación o su falsificación.

En el capítulo 1, explicamos algunos de las principales herramientas metodológicas de las neurologías, así como algunos de las más importantes características del funcionamiento de nuestro cerebro; ponemos de manifiesto los conocimientos actuales, la decisión económica no puede ser analizada sin tener en cuenta el papel desempeñado por los procesos automático y afectivos. Por eso, presentamos un enfoque bidimensional del funcionamiento cerebral, tal como lo sugieren los economistas comportamentales.

En el capítulo 2, queremos mostrar las razones que impulsaron a algunos investigadores de la neurología a interesarse por las teorías económicas. Utilizando los

conceptos de utilidad subjetiva y esperanza de la utilidad, mostramos cómo estas herramientas conceptuales les han permitido comprender mejor el funcionamiento del cerebro. Destacamos luego las similitudes entre el concepto de la utilidad subjetiva y el papel que desempeñarían las neuronas dopaminérgicas en la decisión. Además, al mostrar como el cerebro llega a formular la anticipación de una recompensa, abordamos la cuestión de la tentación y revisamos el papel de los procesos automáticos en la decisión económica. Ponemos de manifiesto a continuación que estos descubrimientos ya supieron recoger la atención de algunos economistas que las incorporaron a su modelo. Por fin, abordamos distintos temas siendo objeto de estudios de las neurologías, en particular, la teoría de las preferencias reveladas y la revisión del concepto de la esperanza de la utilidad. Pretendemos mostrar en qué la neuroeconomía permite desarrollar una nueva visión sobre estas teorías.

En el capítulo 3, nos interesamos por las investigaciones que combinan las neurologías y la teoría de los juegos. Mostramos cómo conceptos como la racionalidad del dinero, la estrategia mixta o el equilibrio de Nash (John Forbes Nash economista y matemático americano, ganó el “Premio Nobel” de economía en 1994) pueden servir de herramientas conceptuales a los investigadores resultantes de las neurologías, y cómo estos conceptos por otra parte son corroborados por algunas de sus investigaciones sobre el cerebro. Pero las neurologías pueden también corroborar otros enfoques, en particular, la teoría comportamental de los juegos (enfoques matemáticas de problemas de estrategia tal como se encuentran en investigación operativa y en economía).

Presentamos tres tipos de juegos que han sido utilizados en este marco y pretendidos ver si las observaciones indentificadas posibles por la economía experimentales no tendrían bases biológicas. Terminamos mostrando cómo todas estas investigaciones permiten incorporar dimensiones evolucionistas a las interacciones humanas.

En veinte años, el mundo cambió, la teoría económica también. Los instrumentos intelectuales - herramientas, hipótesis y métodos - que movilizan los economistas para comprender, analizar y evaluar el funcionamiento de nuestras sociedades no son ya las mismas. Pues ¿Qué piensan y que experimenta la gente cuando cooperan, están en competición, o hacen confianza a alguien de otro? ¿Qué pasa cuándo ellos intentan conjeturar lo que sus socios harán o frustrar lo que sus adversarios harán? ¿Cómo la gente reacciona a los factores económicos como en el lanzamiento de un nuevo asunto o de la inversión en países políticamente inestables? ¿Por qué algunas personas toman riesgos mientras que otros pasos? ¿Qué partes del cerebro incitan a la gente a rechazar las fronteras de los conocimientos humanos? ¿Donde en el cerebro se encuentra la curiosidad intelectual? Tantas cuestiones y sugerencias planteadas y propuestas hoy por los investigadores en los sectores de la neurología, de la psicología y la economía.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA NEUROECONOMÍA: PROCESOS SUBYACENTES A LA DECISIÓN ECONÓMICA

1.0) Introducción

Recientes descubrimientos en neurología y en psicología permiten profundizar en nuestra comprensión de los mecanismos subyacentes a la decisión económica. Este capítulo tiene por objeto presentar al lector algunos de esta evolución, para entender mejor su alcance y su influencia sobre la comprensión de los procesos de toma de decisiones. Pretendemos en primer lugar comprender lo que es la neuroeconomía y donde se sitúa con relación a la teoría económica. Explicamos a continuación algunas herramientas metodológicas de las neurologías. Se hablará entonces de los distintos mecanismos de toma de decisiones, en particular, aquellos referidos al papel de las emociones y procesos automáticos. Luego, con el fin de ampliar el alcance de los modelos normales de deliberación racional y consciente, presentamos un enfoque bidimensional y simplificado del funcionamiento cerebral. Este enfoque, que se basa en algunas evidencias de la biología y la psicología, se explicará con ayuda de validaciones empíricas proporcionadas por recientes investigaciones en neurologías, que servirá de sujeción para los otros capítulos de la presente memoria.

1.1) El error de Jevons

La neuroeconomía es una rama de la economía comportamental¹. La economía comportamental pretende aumentar el grado de realismo de los mecanismos psicológicos del análisis de las teorías económicas, sin por lo tanto rechazar inmediatamente el paradigma neoclásico, que proporciona un marco teórico refutable, basado en la maximización de la utilidad, los equilibrios y la eficiencia (Camerer y Loewenstein, 2002). En este contexto, la neuroeconomía se define como “la utilización de procesos cerebrales que permiten encontrar nuevas fundaciones para las teorías económicas” (Camerer, 2004)². Los primeros economistas neoclásicos veían en el comportamiento humano el resultado de un proceso de toma de decisiones deliberado, dónde los beneficios y los costes de las acciones se sopesaban con el fin de maximizar la utilidad. Al cambio de dirección del siglo veinte, numerosos economistas esperaban hacer de su disciplina una ciencia exacta en el mismo concepto que la física. En la época, no se consideraba encontrar una ayuda o un enfoque alternativo en la psicología que aportara un nuevo marco teórico sobre esta disciplina³. A pesar de todo, el enfoque neoclásico no era unanime. Por ejemplo, Viner cuestionaba, a partir de 1925, el cálculo hedonístico racional (antropocentrismo racionalista), como base de los procesos de toma de decisiones.

¹ Traducción de “Behavioral Economics”. El término economía comportamental es la traducción que parece la más conveniente.

² Página Web : « What is Neuroeconomics ? » http://www.hss.caltech.edu/~camerer/web_material/n.html

³ Algunos consideran que la psicología no existía aún como disciplina científicamente reconocida (Camerer et Loewenstein, 2002). Si esta interpretación parece radical, no permanece menos que en materia de procesos de toma de decisiones, la más reciente evolución ilustran hasta qué punto la psicología desde progresó.

Debido a estos cuestionamientos -puesto que las emociones no podían ser directamente cuantificables- los economistas neoclásicos nunca buscaron esta perspectiva; ya que era imposible observar directamente las emociones o las preferencias, y eso debido –según lo especificaba Jevons- a que la mirada propia de la ciencia tenía que estar sujeto a la observación de los efectos cuantificables. Por eso a partir de los años cuarenta, los conceptos de utilidad ordinal y preferencias reveladas, así como su evolución matemática posterior, permitieron de una manera conveniente, de evitar el complejo de la realidad subyacente a la utilidad.

Pero hoy, importantes proyecciones en los conocimientos que tenemos de los procesos mentales así como algunos reciente desarrollos de la neurología, nos permiten concluir que William Stanley Jevons se había equivocado. Algunas emociones pueden efectivamente asociarse a observaciones y a medidas neurológicas en caso de transacción de origen económico. Así, la neuroeconomía -que no existía hace apenas diez años- es hoy una disciplina que evoluciona muy rápidamente. Esta reciente aparición fue posible por la colaboración entre investigadores, quienes -provenientes de distinta disciplina- intentan, a su nivel respectivo, comprender mejor los fundamentos de los procesos de toma de decisiones.

1.2) Introducción a las neurologías

Algunos procesos de toma de decisiones se deben necesariamente iniciarse a partir del sistema nervioso y del cerebro. Una mejor comprensión del cerebro y sus mecanismos

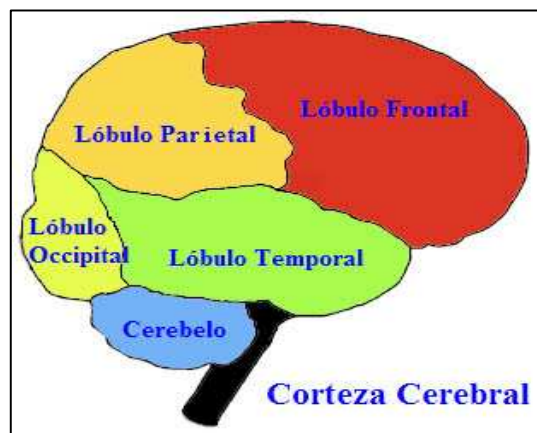
puede informarnos sobre los fundamentos de la elección económica. En la presente sección, procedemos a una breve introducción a las neurologías.

1.2.1) El cerebro: elementos básicos

La figura 1.1 ilustra que la corteza del cerebro posee cuatro lóbulos: frontal, parietal, occipital y temporal.

- **El lóbulo frontal** se considera como el centro de la planificación y el control cognoscitivo.
- **La región del lóbulo parietal** controla las actividades motrices.
- **El lóbulo occipital** el desciframiento visual.
- **El lóbulo temporal** la memoria, el reconocimiento y las emociones.

Figura 1.1: Los lóbulos de la corteza.



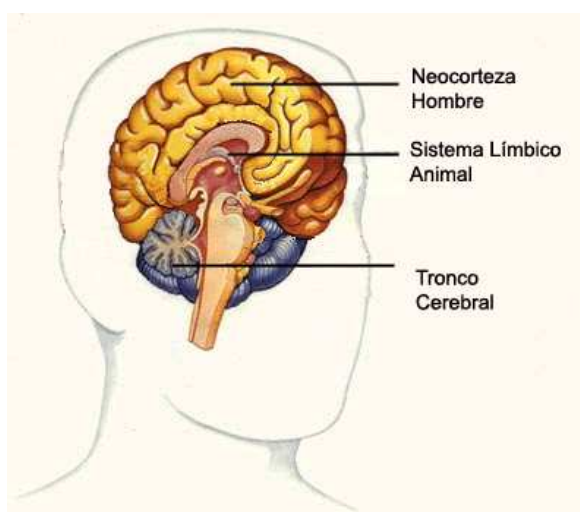
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Lobuloscerebrales.PNG>

Esencialmente, el cerebro humano es un cerebro de mamífero, pero con una corteza más desarrollada. En ese contexto, el comportamiento humano puede considerarse como un compromiso entre el de los animales altamente evolucionados -donde los instintos y las emociones desempeñan un papel importante- y aquél donde se desarrolla especialmente la deliberación y la previsión (Loewenstein, 1996, citado en Camerer, Loewenstein y Prelec, 2004). MacLean (1970) introdujo su teoría del cerebro tri-único, según la cual el cerebro pasó –en el transcurso del tiempo- a través de tres fases evolutivas: el cerebro primitivo o tronco cerebral, el sistema límbico y el sistema neocórtex.⁴ Aunque esta clasificación se ponga hoy en entredicho (véase Ledoux, 2000), la clasificación de

⁴ En el humano y en una determinada medida en los mamíferos más evolucionados, los tres cerebros cohabitan

MacLean sigue siendo interesante desde un punto de vista evolucionista; las emociones implican módulos neuronales más primitivos que se conservaron a través de la evolución de los mamíferos; mientras que los procesos cognoscitivos implican circuitos más recientes. Como compartimos antepasados comunes con las otras especies animales, esta división del cerebro (figura 1.2) implica que cualquier estudio hecho sobre animales⁵ puede proporcionar numerosas pistas en cuanto al funcionamiento cerebral en el humano, especialmente aquellas acerca del papel de las emociones en la toma de decisión.

Figura 1.2: Los tres cerebros del humano en corte transversal.



Fuente: http://mx.geocities.com/medises/zen_archivos/image001.gif

1.2.2) Las herramientas de las neurologías

Las herramientas y métodos de neuro-imágenes enriquecieron considerablemente los conocimientos en neurologías. Estas técnicas se revelan especialmente bien adaptadas al

⁵ Compartimos cerca de un 98% de nuestros genes con algunos primates.

estudio no traumático de órganos profundos, difícilmente conocidos. Además, permiten estudiar el funcionamiento del órgano sin interferir con su funcionamiento normal. Generalmente, las imágenes biomédicas se impusieron durante estos últimos años en numerosos ámbitos de la biología y la medicina. Podemos citar cuatro principales herramientas de las neurologías: los daños cerebrales y las psicopatologías en el humano, las imágenes cerebrales, la medida de una única neurona y los estímulos eléctricos.

1.3) Los procesos mentales: controlados y automáticos⁶

En esta parte, se va a desarrollar implícitamente los tres diferentes procesos mentales y las varias maneras de explicarlos o medirlos con las nuevas tecnologías.

1.3.1) Las validaciones empíricas⁷

Los procesos controlados se definen como actos mentales iniciados por un acto de voluntad, requiriendo el esfuerzo y que se puede controlar (Bargh y Chartrand, 1999). Porque estos procesos no pueden sin embargo operar en paralelo, son relativamente tenues y limitados. No se puede simultáneamente memorizar un número de teléfono y una dirección electrónica; el pensamiento consciente es frágil y no puede operar sino de manera secuencial. En una serie de estudios referentes a los límites del pensamiento consciente, se demostró que un acto que requería un esfuerzo de volición (como, por

⁶ La distinción entre procesos controlados y automáticos fue hecha precedentemente por Schneider y Shiffrin, 1977.

⁷ Se llaman procesos automáticos a veces procesos no conscientes, implícitos, intuitivos, mientras que se deliberan o explicitan los procesos controlados se dicen conscientes.

ejemplo, el hecho de resistir a una tentación) reducía posteriormente la capacidad para solucionar una tarea alternativa (Baumeister, Bratslavsky, Muraven y Tice, 1998).

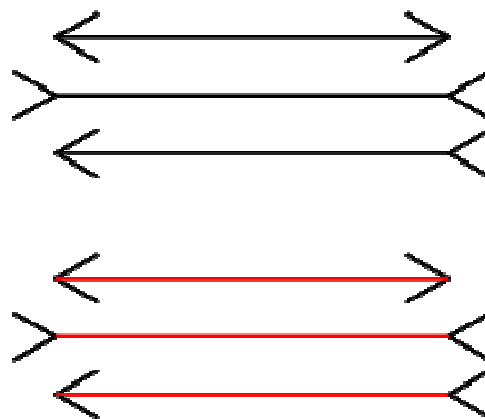
Definir los procesos automáticos es sin embargo más difícil. Son el contrario de los procesos controlados y operan en paralelo a la conciencia (Camerer, Loewenstein y Prelec, 2003). Se refieren a los actos mentales que no interfieren entre los suyos, que no requieren ningún esfuerzo, intención o conciencia, y que habitualmente se vive como percepciones (Lieberman, 2003). Corresponden a un sistema asociativo que infiere sobre la base de semejanzas y contigüedades (Sloman, 1996). Bargh y Chartrand (*ibid.*) distinguen dos formas de procesos mentales “no conscientes”. Los dos operan sin esfuerzos pero uno requiere el gobierno de la conciencia para iniciar su acción (por ejemplo conducir un vehículo por centésima vez), mientras que otro evoluciona completamente en paralelo.

El método de operación de los procesos controlados y automáticos es interactivo claramente. Los procesos automáticos son más rápidos y “hacen siempre valer su opinión”. Son el método por defecto del cerebro (Camerer, Loewenstein y Prelec, 2003) y ocupan la más amplia parte de las fuentes del comportamiento (Sloman, 1996; Bargh y Chartrand, *ibid.*; Baumeister *et al.*, *ibid.*, 1998). Ante una tarea o un problema a solucionar, los dos procesos pueden llegar a una solución y esta solución puede a veces divergir. Es eso que llevó a Sloman (*ibid.*, 1996) a definir un criterio que justificaba dos sistemas de razonamientos, uno claramente asociativo y otro basado en normas de

lógica. Este criterio de Sloman es definido por todo lo que lleva a una persona a aceptar simultáneamente dos respuestas contradictorias, una procedente de los procesos automáticos y otra procedente de los procesos controlados. El criterio de Sloman es una interesante manera de demostrar la existencia de los dos procesos y sus potenciales divergencias. Para ilustrar, Sloman menciona formas de creencias que pueden ser simultáneamente contradictorias: mencionemos aquí la ilusión visual y el error de juicio:

Figura 1.3: Ilusión de Müller-Lyer

La ilusión de Müller-Lyer ilustra el criterio de Sloman por la ilusión óptica. Las tres líneas son así mismo longitud (solamente el sentido de las flechas difiere). La percepción visual y la comprensión abstracta proporcionan con todo tres respuestas diferentes. Parece a priori que las tres líneas no tienen la misma longitud y esto, incluso después de comprobación. Sólo el conocimiento abstracto de las normas de la geometría permite incluir que la percepción visual las indujo a error.



Fuente: www.utadeo.edu.co/programas/humanidades/apoyo1/psicologia/Muller-Lyer.htm

1.3.2) Los corolarios fisiológicos

Muchos estudios que utilizaban la tecnología FMRI⁸ permitieron definir algunos de los corolarios cerebrales de los procesos controlados y automáticos. La identificación de estas regiones no tiene sino por objeto trazar la nomenclatura geográfica del cerebro y

⁸ *Functional Magnetic Resonance Imagery*; imágenes a resonancia magnético funcional.

así de asociar la a distintas formas de comportamientos. Si bien, eso no sería ningún interés por la economía comportamental, lo que importa es comprender mejor lo que es subyacente a los procesos de toma de decisiones, lo que inicia la acción o influye sobre la decisión. Al saber cuáles son los componentes controlados y automáticos en el seno del proceso de decisión, se puede agrupar lo que se creía inicialmente ser fenómenos dispares, y separar fenómenos que se creían inicialmente similares (Ochsner y Lieberman, 2001).

Lieberman (2003) clasifica los procesos en dos categorías: el sistema X y el sistema C⁹. Los procesos controlados (sistema C) están formados por tres mecanismos neurocognoscitivo que trabajan junto: 1) la circunvolución límbica previo, 2) el lobulo frontal y 3) el lóbulo temporal medial -incluyendo el hipocampo-. Circuitos neuronales complejos que se encuentran al interior de estas tres regiones permiten el pensamiento consciente. La región del lóbulo temporal medial se sitúa dentro de cada lóbulo temporal. Esta región permitiría la memoria consciente (Squire, Stark y Clark, 2004, citados en Lieberman, 2003, *ibid.*). La corteza préfrontal a veces se llama “la región ejecutiva”, porque utiliza los insumos en procedencia de otras regiones del cerebro con el fin de formular objetivos a corto y largo plazo, y porque planea acciones de acuerdo con estos objetivos (Shallice y Burgess, 1998, citados en Camerer, Loewenstein y Prelec, 2003). La región conocida bajo el nombre de “circunvolución límbica previo” (corteza situada sobre cada hemisferio cerebral) son activadas, en particular, por

⁹ El sistema X para *reflexive* corresponde a los procesos automáticos mientras que el sistema C procede de *reflective* y refiere a los procesos controlados.

distintos tipos de conflictos cognoscitivos, por el dolor físico y por el sentimiento de rechazo (Eisenberger, Lieberman y Williams, 2003). Esta región puede “alertar” el lóbulo frontal cuando los procesos automáticos no llegan a lograr su objetivo (Botvinick *et al.*, 1999, citados en Lieberman, 2003). Aunque se admite que esta región sea la que recurra claramente a los procesos controlados, en caso de interrupción de los procesos automáticos, no se puede sin embargo clasificarla con demasiada rigidez porque algunos procesos hay también curso (Lieberman, 2003)¹⁰.

Lieberman asocia tres estructuras neuronales al sistema X: 1) la amígdala, 2) el núcleo gris central (*basal ganglia*) y 3) la corteza temporal. La amígdala reaccionaría espontáneamente a estímulos asociables a la amenaza bajo distintas formas (serpientes, expresión de miedo) e iniciaría distintos movimientos motrices de “fuga o de confrontación”. El núcleo gris central respondería a distintas formas de recompensas anticipadas y la corteza lateral temporal permitiría el reconocimiento de la identidad, atributos y comportamientos de objetos sociales y no sociales.

Cuadro 1.1: Los corolarios fisiológicos de los sistemas X y C.

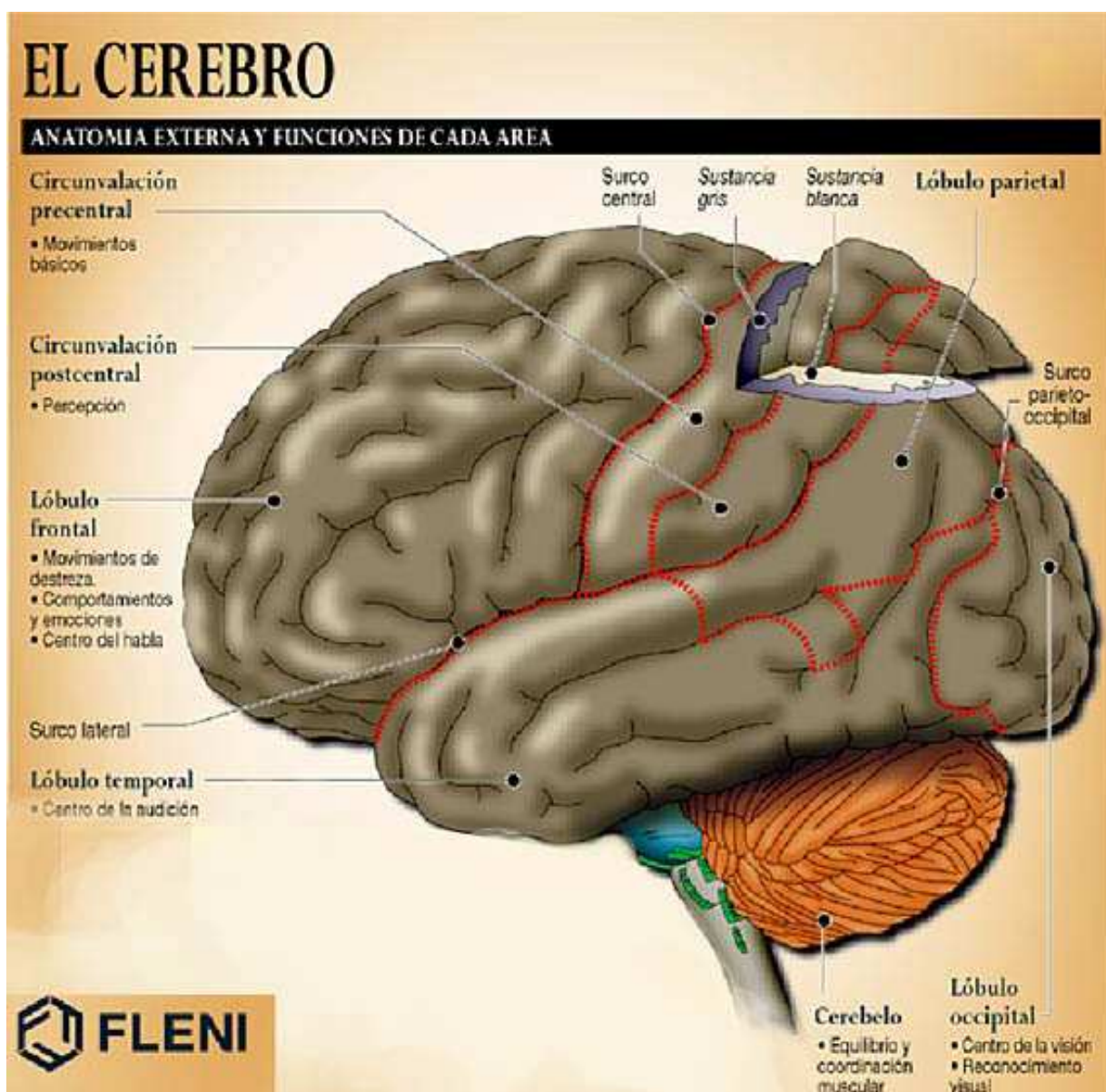
Sistema X	Sistema C
Amígdala	Lóbulo frontal
Región del núcleo gris central	Circunvolución límbica previo
Corteza lateral temporal	Lóbulo temporal medial (incluyen el hipocampo)

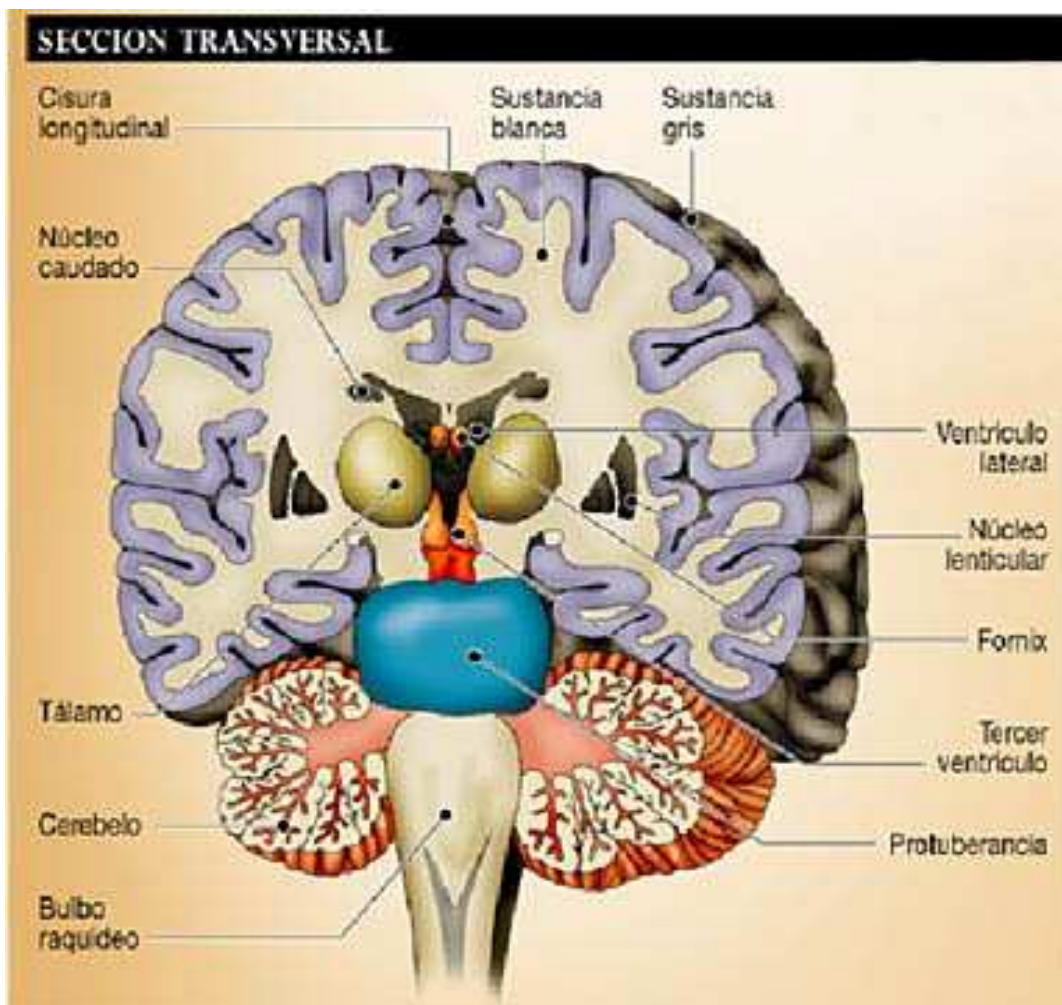
Fuente : Lieberman

¹⁰ Una determinada prudencia es de puesta para todas las demás regiones del cerebro que se asocia a los sistemas X y C. Se trata de una clasificación válida, pero imperfecta. Para un estudio más reciente, ver a Lieberman « The X and C systems : The Neural Basis of Reflexive and Reflective Social Cognition ».

La figura 1.4 presenta algunas de las regiones del cerebro que son especialmente pertinentes a la neuroeconomía. Mencionemos aquí: las regiones de *núcleo accumbens* (striatum ventral), de *putamen* y de *caudate* (núcleo caudado) que forman todas las partes de la región del núcleo gris central.

Figure 1.4: Algunas regiones pertinentes a la neuroeconomía





Fuente: www.fleni.org.ar

1.3.3) El emparejamiento automático:

Las ciencias económicas sugieren que la gente tenga generalmente capacidades cognoscitivas que pueden adaptarse a cualquier tipo de problema y que los resultados serán equivalentes si la estructura es la misma. Los procesos automáticos, especialmente si el contexto cambia, sugieren al contrario que los resultados serán tributarios de la capacidad de un módulo cerebral para responder a una tarea particular. Como los procesos automáticos son menos costosos en término neurológico y que se producen más rápidamente que los procesos controlados, su influencia es fundamental. El efecto

de contexto se vive pues como una experiencia de percepción y una percepción es el producto de la memoria; los procesos por los cuales aprendemos sobre el medio ambiente externo implican una relación entre las condiciones presentes y nuestras propias experiencias de condiciones similares.

1.4) Enfoque bidimensional del funcionamiento cerebral

Aún muy recientemente, los economistas consideraban al cerebro como una caja negra que se podía describir por ecuaciones matemáticas simplificadoras; hoy, las recientes proyecciones en neurologías, en particular, las nuevas técnicas de imágenes cerebrales, permiten la observación de las distintas partes del cerebro que son activas cuando la gente toma decisiones de origen económico. Una mejor comprensión de esto que nuestro cerebro pretende hacer puede permitir, utilizando hipótesis que van de una mejor descripción neurológica, no sólo de mejorar los modelos matemáticos del comportamiento económico, sino también de comprender mejor todo lo que se refiere a los procesos de toma de decisiones. Es en esta óptica, con el fin de ilustrar las bases del proceso de toma de decisiones, Camerer *et al.*,¹¹ (2003, 2005) presenta un esquema simple de enfoque bidimensional del funcionamiento cerebral (cuadro 1.2). Tal distinción es importante en psicología y se remonta a los antiguos Griegos desde el tiempo en que Platón comparaba el espíritu humano a carros tirados por dos caballos: las emociones y la razón. Buck (1999) (citado en Camerer *et al.*, 2003) define los procesos afecti-

¹¹ Colin Camerer enseña a la psicología cognoscitiva y la economía a la California Institute de Tecnología Licenciado de la Universidad de Chicago en 1981 (doctorado en teoría de toma de decisiones a la edad de 22 años), es una de las figuras dominantes de la neuroeconomía.

vos como conectados a las emociones como la cólera, la tristeza o la vergüenza, así como a elementos de consideraciones biológicas básicas como el hambre, el dolor o el deseo sexual. Es importante destacar que nuestra especie comparte muchos mecanismos neuronales con los otros mamíferos y que estos mecanismos se refieren aún más a las emociones que la cognición; conclusiones resultantes de estudios hechos sobre animales se aplican también a nuestra especie. Algunas dimensiones biológicas de la decisión ponen en entredicho hipótesis normales del comportamiento económico. Por ejemplo, la perspectiva económica considera la maximización del bienestar como a la base de los procesos de toma de decisiones. A partir del precepto que el hombre no evolucionó para ser feliz sino para adaptarse, sobrevivir y reproducirse, la perspectiva de las neurologías, implica que el sentimiento de bienestar y el placer se consideran más bien como señales homeostáticas entre tanto otros.¹²

Cuadro 1.2: Enfoque bidimensional del funcionamiento cerebral ¹³

	Cognoscitivo	Afectivo
Procesos controlados - uno a la vez - necesitan un esfuerzo deliberados - acceso introspectivo limitado	I	II
Procesos automaticos - en paralelo - sin esfuerzo - indirectos - sin acceso introspectivo	III	IV

Fuente : Camerer, Loewenstein y Prelec.

¹² El axioma de transitividad de las preferencias es puesto en entredicho por el concepto de homeostasia.

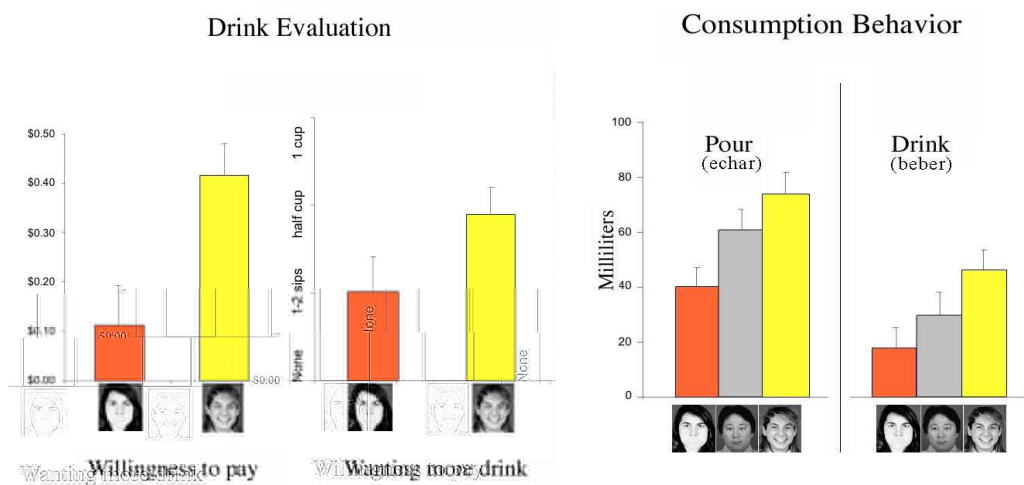
¹³ Este esquema no es consustancial a las neurologías porque demasiado simplificador. A pesar de eso, Camerer y sus colegas consideran que puede matizar y mejorar un enfoque unidimensional de maximización de la utilidad.

El cuadro 1.2 permite enriquecer la explicación del comportamiento económico. *El cuadrante I*, que corresponde a un planteamiento cognoscitivo consciente, está en acción cuando, por ejemplo, se planea un presupuesto o se efectúa un cálculo matemático. *El cuadrante II* es ciertamente el menos solicitado de entre los cuatro. Para explicar qué procesos emocionales puedan ser volitivos, Camerer y sus colegas dan el ejemplo de un protagonista que recurre a emociones anteriormente vividas para desempeñar un papel. *El cuadrante III* es en acción cuando se hace una acción maquinal, como, por ejemplo, anudar sus cordones de zapatos. *El cuadrante IV* se produce cuando se sobresalta a causa de un miedo súbito por ejemplo.

La influencia de los procesos automáticos sobre la decisión económica es destacada por Winkielman, Berridge y Wilbarger (2005) que demuestran que una presentación subconsciente de caras a múltiples humores (durante 16 ms) puede tener una incidencia sobre el consumo y sobre la evaluación de la utilidad de una bebida. Cuando se presenta una cara de manera subconsciente, la brevedad de la presentación es tal que es imposible haber percibido conscientemente una cara y su humor. Estudios hechos con ayuda de la técnica de imágenes cerebral pusieron de manifiesto que las caras agresivas podían ser registradas por la amígdala fuera de la conciencia (Öhman, 2002). Al curso de una serie de experimentaciones, Winkielman y sus colegas pusieron de manifiesto que la presentación subconsciente de cara feliz estimulaba el consumo y la voluntad de pagar más caro para una bebida (figura 1.5). Su estudio pone de manifiesto que el

cerebro registra señales que no son necesariamente accesibles a la conciencia (sistema C) pero que influyen sin embargo sobre la decisión.

Figura 1.5: Influencia de una señal subconsciente sobre el consumo de personas que tienen sediento



La parte izquierda de la figura 1.5 (Drink Evaluation) ilustra que personas teniendo sed, desean por término medio aún más jugos y están dispuestas a pagar más caro para un consumo cuando la cara subconsciente es alegre. Una conclusión contraria se aplica para una cara infeliz. La parte derecha de la figura 1.5 (*Consumption Behaviour*) muestra la relación entre las cantidades pagadas y bebidas en función del humor de las caras ¹⁴ (de un lado a otro, el humor de las caras es malo, neutro y bueno). Fuente: Winkielman, Berridge et Wilbarger (2005)

Los trabajos de Winkielman y sus colegas muestran cómo los procesos emocionales y automáticos del cuadrante IV pueden tener una incidencia sobre el consumo y sobre los precios. El hecho de que *cues*¹⁵ subconscientes puedan registrarse por el cerebro (sin

¹⁴ Este estudio se hizo ante 39 estudiantes (14 muchachos y 25 muchachas) de primer ciclo universitario. Después de la presentación de 8 caras subconscientes (agresivos, neutros o felices), se pidió a los participantes pagarse del jugo y en beber.

¹⁵ Señales de una acción; esta porción específica de un campo perpetuo o de un dibujo de estímulos a los cuales un tema aprendió a responder

recurrir al cuadrante I) es difícilmente reconciliable con la idea que la decisión económica es principalmente el fruto de un cálculo preciso y deliberado. En realidad, no sólo los procesos automáticos y emocionales frecuentemente se solicitan, sino que además, son a veces esenciales incluso a la eficacia de una decisión. Bechara, Damasio, Tranel y Damasio (1997) pusieron de manifiesto que la decisión estratégica, que se creyera sin ningún motivo solamente conectada al razonamiento deliberado y lógico, puede ir precedida de inclinación no conscientes teniendo una incidencia ventajosa sobre la decisión.¹⁶

1.5) Interacción entre los sistemas

La decisión, que sea económica o de otra naturaleza, es el fruto de una continua interacción entre los cuatro distintos cuadrantes del cuadro 1.2. Tres aspectos de esta interacción son notables: la colaboración, la competición y la autoinferencia. Una decisión o una elección conveniente deben ser el fruto de una eficaz colaboración entre los cuadrantes; escribir una carta en el computador requiere a la vez los procesos controlados (reflexionar para qué se quiere escribir) y los procesos automáticos (mecanografiar la carta). Como lo destacamos a la sección anterior, la colaboración entre los procesos cognoscitivos y emocionales es esencial a la toma de decisión; en

¹⁶ Durante esta experimentación conocida bajo el nombre de *Iowa Gambling Task*, Bechara y sus colegas pidieron a participantes efectuar elecciones a partir de cuatro paquetes: A, B, C y D con el fin de maximizar las ganancias y evitar las pérdidas. Al volver a cada tarjeta, los participantes obtienen una recompensa inmediata (100 \$ en los paquetes A y B y 50 \$ en los paquetes C y D). Los rendimientos a corto plazo son más elevados en los paquetes A y B. Sin embargo, volver una tarjeta puede también generar una pérdida, y las pérdidas a largo término son mayor en los paquetes A y B pero los participantes no lo saben. Jugar a partir de los paquetes C y D es la mejor estrategia y permite ganancias a largo plazo. En todo, los participantes deben hacer 100 selecciones de tarjetas pero no lo saben tampoco.

algunas circunstancias, la sola razón (cuadrante I) no basta para que una decisión sea adecuada; los procesos automáticos y emocionales importan también. Pero es también cierto que demasiadas emociones pueden alterar el juicio. Por ejemplo, la cólera puede disminuir la percepción que se tiene del riesgo mientras que un exceso de tristeza lo ampliará (Lerner y Keltner, 2001 citados en Camerer *et al.*, 2003). Y bajo fuertes influencias de las emociones, la gente va a menudo a hacer lo contrario de lo que saben ser mejor para ellos (Loewenstein, 1996 citado en Cohen y Blum, 2002). Se puede sin embargo afirmar que la mayor parte del tiempo, nuestras elecciones son el fruto de una colaboración conveniente entre nuestros distintos procesos mentales.

La competición entre los distintos cuadrantes implica que éstos puedan a veces no colaborar eficazmente. La competición entre los procesos automáticos y controlados previamente fue demostrada por el criterio de Sloman (véase sección 1.3.1); destacó que los procesos automáticos y controlados pueden hacerse competición uno y otro: ante la resolución de un problema dado, la competición implica que se puedan obtener dos respuestas diferentes, una procedente de los procesos automáticos, y otro dependiendo de los procesos controlados. Se sabe que una impresión (iniciada por los procesos automáticos) puede tener demasiada influencia y a veces inducirnos a error como el famoso error de la conjunción. Por el contrario, gracias a la rapidez de estos mismos procesos, se pueden tomar decisiones a costes neurológicos relativamente más escasos. Por otra parte, la competición entre los sistemas emocionales y cognoscitivos se ilustra naturalmente por el fenómeno de la tentación. Mencionemos aquí que la aparición de

algunos *cues* puede iniciar el deseo de consumo (cuadrante IV) y que los procesos cognoscitivos (cuadrante I) pueden contenerlo. El conocimiento de las consecuencias posteriores de algunos tipos de consumo (compras compulsivas, drogas, azucareras, etc) puede en efecto reducir la influencia del cuadrante IV. No se comprende aún muy bien la competición entre el sistema emocional y cognoscitivo. Parece que el striatum, formando parte de una más amplia región llamada núcleo gris central, desempeñaría un papel importante. La amplitud de la intensidad de las emociones implica distintos resultados: a un nivel de intensidad bajo, las emociones servirán “de alarmas”. A un nivel intermedio, la persona toma conciencia de un conflicto entre el cognoscitivo y el emocional. A un nivel superior, los circuitos neuronales favorecerán la victoria de las emociones sobre la razón (Cárter, 1999 citado en Camerer *et al.*, 2003). Corregir una primera impresión por medio de los procesos deliberados no es pues una tarea fácil. Eso requiere verdaderos esfuerzos (lentos) y un combate desigual y las impresiones automáticas tendrán la ventaja la mayor parte del tiempo (Camerer *et al.*, 2003).

La auto inferencia o *sense-making*¹⁷ corresponde a las inferencias que se hacen sobre lo que nos rodea, sobre los fundamentos de nuestras propias creencias, maniobra o preferencias. El cuadrante I, que es el centro del pensamiento consciente, es especialmente importante para la realización de esta tarea. Sin embargo, se sabe que el cuadrante I no permite siempre un muy bueno acceso introspectivo. Algunas

¹⁷ Tradujimos *sens-making* por el término “autoinferencia”. El alcance del término *sense-making* es un poco más amplio puesto que desborda de la interpretación más limitada del término “auto” e implica que se pueda buscar a dar un sentido a los acontecimientos que lo rodean “fuera de nosotros mismos”, que se sea instigador o no. Aunque utilizamos el término “auto inferencia”, nos referimos a la interpretación que Camerer *et al.*, hacen el término *sense-making*.

investigaciones efectuadas con la ayuda de electroencefalogramas demostraron que lo que se cree ser un movimiento resultante de la conciencia, mientras que no es el caso. Algunas investigaciones sugieren que sea el hemisferio izquierdo del cerebro humano que tendría la función de dar un sentido a los acontecimientos, que sería “el intérprete”. Este último constantemente estaría ocupado a encontrar un significado a lo que nos rodea, incluso cuando allí no tiene ninguna; nos impulsaría pues a cometer continuamente errores interpretativos (Gazzaniga, 1998). En una experimentación informada por Gazzaniga (1998), se pidió a personas predecir correctamente la dirección que tomaría un haz luminoso (hacia arriba o hacia abajo de una pantalla). El haz aparecía, de una manera aleatoria, 80 % de las veces hacia arriba de la pantalla. Mientras que habrían debido simplemente seleccionar el botón de la cumbre con el fin de maximizar su oportunidad, la gente persistió a pensar que existía una secuencia que podría encontrar, lo que al fin y al cabo sólo les dio la buena respuesta en solamente 68% de los casos. Con todo, experiencias similares hechas sobre ratas demostraron que éstos obtenían mejores resultados eligiendo simple y continuamente el botón de la cumbre, maximizando así la esperanza de ganancia. Para mostrar el papel “interpretativo” que desempeña el hemisferio izquierdo, Wolford, Miller y Gazzaniga (2000) pidieron a pacientes que sufren de una desconexión callosa ¹⁸(*split brain*) de jugar a un juego similar. Observaron que los resultados del hemisferio izquierdo de estos pacientes se comparaban con los resultados de las personas normales, es decir

¹⁸ Se sabe que al sólo observar el ojo izquierdo, toda la información recogida se dirige hacia el hemisferio derecho del cerebro. Y la información recogida por el ojo derecho se dirige hacia el hemisferio izquierdo. Al cerrar el ojo izquierdo de estos pacientes, se puede así ver lo que pretende hacer el hemisferio izquierdo.

buscaban secuencias mientras que allí no tenía y que su resultado era así menos bueno que el de las ratas.¹⁹ Por el contrario, Wolford y sus colegas constataron que las respuestas otorgadas por el hemisferio derecho se acercaban de las de las ratas, un poco como si el hemisferio derecho sólo se limitaba a maximizar las ganancias sin pretender interpretar cual que sea.

Otro ejemplo que ilustra los límites de la autoinferencia es dado por Fischman y Foltin (1992)²⁰; a partir de dos palancas que conectaban su brazo a una intravenosa, dopados tenían la posibilidad de administrarse dosis de cocaína, seleccionando la palanca de su elección. Según el día, cada una de las dos palancas podía encubrir distintas combinaciones variables de recompensas (yendo de un placebo a más fuertes dosis de 8 a 15mg de cocaína). Durante una sesión particular, se colocó un placebo en una palanca y una muy pequeña dosis de cocaína (4mg) en una otra. Cuando preguntados, los participantes creyeron sin ningún motivo que se trataba de dos placebos. Se declararon indiferentes entre unos u otro de las palancas. Cuando se hizo el cálculo de las elecciones de palanca al final de la jornada, se observó que la palanca que encubría pequeñas dosis de cocaína se había preferido significativamente al otro. Además de que este ejemplo pone de manifiesto que las preferencias de los dopados no eran iniciadas por procesos conscientes, muestra también cómo las capacidades de *sense-making* se limitan. En resumen, los errores autoinferencia ilustran los límites de nuestras

¹⁹ Es interesante constatar que esta característica humana por querer explicarlo todo es bien conocido de algunos inversores; « *Chen science responds by saying there is no known answer, or worse yet, there is no answer, people are not satisfied... In such circumstances people are perfectly willing to make up answers, or even to pay others to make them up for them* ».

²⁰ Berridge, 1999, en referencia a Fischman y Foltin, 1992.

capacidades cognoscitivas; según Camerer *et al.*, estos errores abogan por hipótesis económicas más realistas.

1.6) Conclusión

La neuroeconomía es la prolongación natural de la economía comportamental ya que permite aumentar el grado de realismo de los fundamentos de la decisión económica. Herramientas como las psicopatologías en el humano, los daños cerebrales, las imágenes cerebrales, la medida de una única neurona y los estímulos eléctricos permiten a todos una mejor comprensión de lo que el cerebro busca a realizar. Como compartimos antepasados comunes con las otras especies animales, la división del cerebro sugerida por MacLean implica que cualquier estudio hecho sobre animales puede informarnos sobre el funcionamiento del cerebro humano; eso amplía en sí las fronteras de la neuroeconomía y le incorpora necesariamente una dimensión evolucionista. Importantes proyecciones en los conocimientos que tenemos procesos mentales así como reciente evolución en las neurologías deberían permitir reconsiderar algunas hipótesis e intentar nueva evolución en las ciencias económicas. El enfoque bidimensional del funcionamiento cerebral y algunas investigaciones sugieren que los modelos económicos solamente basados en los procesos de deliberaciones conscientes y racionales sean incompletos. Hoy se acepta numerosos fenómenos psicológicos volitivos o no deliberados. Investigadores resultantes de las neurologías, de la psicología y la economía, emprendieron de establecer las circunstancias en los cuales uno u otro de estos procesos entre en acción y así de definir sus corolarios cerebrales.

Ayudado de herramientas de las neurologías, es pues posible comprender mejor lo que inicia la acción o la decisión, de agrupar fenómenos que se creía diferente y de separar otros que se creía idéntico. Se sabe que distintos procesos influyen sobre la decisión y cada uno tiene su papel y su importancia. Los procesos automáticos son el método por defecto de nuestro cerebro. Tienen una incidencia directa sobre nuestra elección de consumo y operan generalmente en paralelo a nuestra conciencia. Sin éstos, somos lentos e ineficaces. En hecho, también la decisión estratégica óptima, que se cree solamente asociado a los procesos controlados, se requiere la contribución de los procesos automáticos y emocionales.

El conocimiento de los distintos procesos mentales y de sus corolarios fisiológicos nos permite echar un nuevo vistazo sobre algunos fundamentos del comportamiento. Ayudado de los distintos conocimientos y técnicas de las neurologías, es hoy posible observar la activación que nos informa sobre los procesos que guían la acción. Reciente evolución resultante de las neurologías permiten observar lo que Jevons nunca habría creído posibles: la observación, la medida y la influencia de una emoción en una transacción económica. Abordaremos esta cuestión en los próximos capítulos. El enfoque bidimensional del funcionamiento cerebral se inscribe en una perspectiva descriptiva del comportamiento económico y quiere ser una consecuencia lógica a la economía comportamental. Las neurologías pueden pues informar a la teoría económica y esta transmisión de conocimientos es necesariamente mutua. Abordamos ahora estas consideraciones prosiguiendo con el tema de preferencias.

CAPÍTULO II

LAS PREFERENCIAS Y LA NEUROECONOMÍA: APOYO Y CONTRIBUCIÓN A LA TEORÍA ECONÓMICA.

2.0) Introducción

En este capítulo, se buscará comprender las razones para las cuales investigaciones resultantes de la neurología, de la economía y la psicología recientemente se fusionaron para iniciar la aparición de la neuroeconomía. Se verá cómo conceptos básicos de la teoría económica -como la utilidad subjetiva y la esperanza de la utilidad- pueden ser una interesante herramienta para los investigadores de las neurologías, y cómo una vuelta de ascensor es posible por la utilización del marco de análisis de la teoría prospectiva para interpretar algunos resultados. Para profundizar, se investiga los vínculos entre el concepto de la utilidad y el papel desempeñado por la dopamina en la toma de decisión; en qué las neuronas dopaminérgicas y sus repercusiones automáticas, pueden influir sobre la decisión de consumo y en qué eso es de interés para los economistas; cómo algunas teorías económicas ya fueron influidas por descubrimientos de la neuroeconomía; en donde el enfoque neuroeconómico permite desempaquetar el concepto de preferencia; y cómo la ganancia monetaria puede generar las cuestiones de procesos homeostáticos y de la utilidad subjetiva. Por fin, terminaremos presentando las labores de búsquedas de las neurologías y de la neuroeconomía en vínculo con algunas dimensiones de la teoría prospectiva.

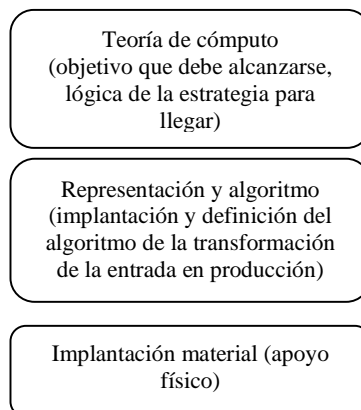
2.1) Enfoque holístico de la neuroeconomía

Es por la fusión de tres disciplinas: la neurología, la psicología y la economía, que se hizo posible la aparición de la neuroeconomía. Si el origen y la evolución de los vínculos entre la psicología y la economía hoy se establecen y se reconocen los correspondientes al cruce entre las neurologías y la economía son más recientes y *a priori* menos naturales. En realidad, son investigadores de las neurologías los primeros que construyeron un puente entre las dos disciplinas. Pero este encuentro no habría podido ocurrir sin la evacuación previa en las neurologías cognoscitivas de la concepción « behaviourista » para la cual el cerebro no es más que un órgano estímulo-respuestas. Es el abandono gradual de este paradigma, que algunos llamaron la teoría del reflejo o el paradigma Descartes-Sherrington (Glimcher, 2003), que permitió esta fusión. En efecto, Descartes (1637), que tuvo una profunda influencia sobre la metodología de las neurologías, consideraba que el comportamiento humano estaba constituido por dos aspectos: lo simple (proceso por estímulos-respuesta, comprensibles y explicables) y el complejo (o volitivo, imprevisible, incomprensible e inmaterial). Está bajo la influencia de Descartes que el fisiólogo inglés Charles Scott Sherrington construyó más tarde las bases biológicas del comportamiento, con el reflejo como sujeción al análisis, porque este enfoque, aunque incompleto, era sin embargo determinista. A partir de 1966, Emlen (citado en Glimcher, 2002), luego MacArthur y Pianka, sugieren que la decisión tomada por un animal relativo a su elección de comida, su selección de presa, implica un problema de máxima optimización que puede cuantificarse en términos matemáticos. Para la ecología comportamental, la evolución

conduce las especies por solucionar problemas de máxima optimización y por hacerlo eficazmente. A partir de allí, la asociación entre las elecciones óptimas y sus corolarios cerebrales se vuelve más fácil a aceptar y un primer puente entre los enfoques económicos y ecológicos se establece.

En neurobiología, es Randy Gallistel y sus colegas (1981) quienes fueron los primeros en utilizar un enfoque económico para comprender el cerebro. Durante más de veinte años, estudiaron las decisiones tomadas por ratas bajo la influencia de estímulos eléctricos. A partir de los años setenta, los límites del paradigma *Descartes-Sherrington* se pusieron seriamente en entredicho por el teórico de las neurologías David Marr (1976) quien consideraba el cerebro como un dispositivo de tratamiento de información. Marr abogó por un nuevo paradigma dentro del cual la comprensión y la explicación de las funciones del cerebro desempeñarían un papel primordial.

Cuadro 2.1: Los tres niveles de comprensión de un dispositivo de tratamiento de la información según el enfoque de Marr



Fuente: Glimcher

En las neurologías, la utilización de una nueva teoría de cómputo, teniendo por base formalizaciones resultantes de la teoría económica, suscita bastante entusiasmo para el futuro; comportamientos que nunca habrían podido ser explicados dentro del antiguo paradigma podrían serlo en el futuro. El objeto de esta memoria que no será hacer resaltar estas tensiones o de conjeturar sobre el futuro, nos limitaremos a destacar aquí que la neuroeconomía y la economía comportamental pueden -a veces- evolucionar, sea en complementariedad o de manera paralela. En cualquier caso, la complementariedad interdisciplinaria no puede faltar de destacarse. Incorporar al análisis estos aspectos podrían ampliar considerablemente la comprensión fundamental del comportamiento económico. En las secciones que siguen, buscaremos ilustrar cómo esta complementariedad permite enriquecer la comprensión de los fundamentos de la decisión económica.

2.2) La preferencia y la utilidad subjetiva

Para ilustrar la importancia de modelo mental de decisión, recuerdase aquí una fábula, la del asno de Buridan, que tenía hambre y sed. Colocado a igual distancia de un sello y de un haz de heno, se sentía en el deber tomar una decisión, pero la cual: ¿comer o beber? Incapaz de elegir, el pobre animal fue nivelado por la indecisión. Permaneció in situ durante días, inmóvil, y termina por morir muerto de hambre y dada sed.

En la naturaleza, cualquier elección efectuada por un animal tiene repercusiones sobre sus posibilidades de supervivencia. El objetivo último y el sentido práctico del asno de

Buridan dejan perplejo; su cerebro parece extrañadamente “programado” y por eso no sobrevivirá. Damasio (1994) informa de la historia de un paciente que sufre de daños del lóbulo frontal *-quién podía pasar toda una tarde mencionándose las ventajas y los inconvenientes a elegir un restaurante más que un otro-* era incapaz de adoptar su decisión. El asno de Buridan y el paciente del Doctor Damasio ilustran hasta qué punto el cerebro es la base de todo proceso de toma de decisiones. Para explicar la decisión – *generalmente-* los economistas desarrollaron el concepto de la utilidad. La utilidad representa una estructura mental de toma de decisión que permite representar el fundamento de las elecciones y decisiones incurridas. La economía experimental, la psicología y la neurología pueden *-validando o falsificando el modelo de la utilidad-* permitir enriquecer la comprensión del comportamiento económico.

En el modelo de utilidad, se supone una elección decidida tener una mayor utilidad que sus alternativas competidoras. La utilidad puede concebirse como un sistema mental donde se efectúa una estimación subjetiva de distintas alternativas como hipótesis la maximización. Para el filósofo inglés Jeremy Bentham (1748-1832), es la dimensión hedonística de la utilidad que estaba en el centro de la toma de decisión. La elección se sentía en el deber ser orientada por la búsqueda del placer y la evitación de los descontentos. Más recientemente, es a partir del momento en que se aceptó la metáfora del cerebro como dispositivo de objetivos de cómputo, nuevos campos de estudios fueron desarrollados por investigadores resultantes de las neurologías y de la psicología. Estas investigaciones, conectadas a la memoria, a los procesos de decisión y soluciones

de problemas, recurrían a algunas concepciones consustanciales a la economía, como la utilidad, como lo destacan Camerer y Loewenstein (2002). La utilización del concepto de la utilidad para explicar las elecciones y los comportamientos complejos permitió establecer algunos puentes entre las neurologías y la economía. La evaluación de los substratos biológicos del valor, a partir de los conceptos de utilidad, es pues una secuencia natural.

2.3) Estimation de las probabilidades y revisión del concepto de la esperanza de la utilidad

Algunas de las dimensiones neurológicas de la esperanza de la utilidad²¹ se han corroborado, en parte al menos, por los trabajos de Platt y Glimcher. Si el cerebro de un mono macaco es capaz de cifrar las probabilidades y el valor asociadas a una decisión, se puede razonablemente inferir que es así mismo en el humano. La teoría de la utilidad, su hipótesis de racionalidad y maximización, parece plausible en algunas circunstancias. Cuando cuestionado sobre las razones para las cuales el comportamiento racional en este punto se imbricaba en la teoría económica, Daniel Kahneman no responde simplemente que esta hipótesis era totalmente realista y válida en varias situaciones²². Los trabajos pioneros de Platt y Glimcher ilustran de una elegante manera que la fusión de las neurologías y de la economía clásica es *-hasta un determinado punto-* posible. Las intuiciones notables de Blaise Pascal, a saber que una decisión óptima es tomada por la definición de la acción que maximiza la esperanza de la

²¹ O la esperanza de la ganancia.

²² Entrevista con Daniel Kahneman, 2002.

ganancia, y de Daniel Bernouilli, que mejoró la teoría de la esperanza de la ganancia incorporando el concepto de la esperanza de la utilidad, parcialmente se corroboran por algunas investigaciones resultantes de las neurologías. Pero aunque los descubrimientos de Platt y Glimcher sean notables, no desdeñan de la abundante literatura que, desde los cincuenta últimos años, volvió a poner en archivado el principio de la esperanza de la utilidad. Pero otras investigaciones están en curso; en un artículo parecido en el estudio *Science* en 2004, Paul Glimcher y el economista Aldo Rustichini de la Universidad de Minnesota, destacaban que la neuroeconomía, para garantizar un enfoque completo de los procesos de toma de decisiones *-y a pesar del grado de dificultad que eso pueda representar-* tendría que incorporar las recientes proyecciones de la economía experimental y la psicología.

Notable hecho, las proyecciones teóricas vueltas posibles por los enfoques alternativos a la esperanza de la utilidad encuentran también sus corolarios neurológicos. Investigadores resultantes de las neurologías, de la psicología y la economía ya comenzaron a trabajar juntos para tener una vista más completa del comportamiento humano. Pretenderemos ahora ilustrar cómo la neuroeconomía puede servir de apoyo a algunas evidencias formales de falsificaciones de la teoría de la esperanza de la utilidad. Se hablará las paradojas de Allais y de Ellsberg, así como de algunos elementos de la teoría prospectiva.

2.3.1) La paradoja de Allais (1953)

Con el retroceso, es tentador considerar las primeras experimentaciones económicas como ingenuas tentativas de validaciones del modelo de la utilidad. Thurstone (1931) intentó determinar las curvas de indiferencia individuales de personas que tienen que elegir entre sombreros y zapatos; Rousseas y Hart (1951) prosiguieron en esta vía intentando construir una curva de indiferencia de distintas combinaciones de almuerzos; Mosteller y Nogee (1951) intentaron crear curvas de indiferencia que permitirían prever el comportamiento.²³

Todas estas tentativas, aunque originales, apenas permitieron lanzar nuevas luces sobre la teoría de la decisión. A principios de los años cincuenta, esta última estaba aún bajo la influencia de un enfoque matemático basado en *a priori*. Numerosos y eminentes investigadores consideraban la teoría de la esperanza de la utilidad como a la vez positiva y normativa, es decir, tanto válido en cuanto a la descripción que sobre el de la condición. Pero una experimentación en adelante famosa iba a trastornar esta concepción optimista. En 1952, el economista francés Maurice Allais procedió a la primera falsificación empírica de la teoría de la esperanza de la utilidad. Para probar la veracidad de algunos axiomas de esta teoría, Allais planteó una serie de cuestiones a algunos de sus más entusiastas partidarios, donde está el economista americano L. J. Savage en la Conferencia de París:

²³ Ejemplos de Kagel y Roth, 1995. Esta clase de enfoque se reanudó recientemente en biología para caracterizar la decisión que conducía a un movimiento motriz. Ver por ejemplo a Körding *et al.*, 2004.

1) ¿Qué situación prefieren, A o B?

(A) recibir 100 millones u (B) - un 10% de oportunidad de ganar 500 millones
- un 89% de oportunidad de recibir 100 millones
- un 1% de oportunidad de no recibir nada

2) ¿Qué situación prefieren, C o D?

(C) un 11% de oportunidad de ganar 100 millones u (D) un 10% de oportunidad
y 89% de no ganar nada de ganar 500 millones y
un 90% de oportunidad de
no ganar nada

De acuerdo con el principio de la esperanza de la utilidad, al preferir A en vez e B ; y se debe posteriormente preferir C y no D, es decir:

$$A > B \Leftrightarrow U(100) > 0,1U(500) + 0,89U(100) \Leftrightarrow 0,11U(100) > 0,1U(500) \Leftrightarrow C > D$$

Ahora bien, no solamente la respuesta de L.J.Savage fue incompatible con su propia concepción de la teoría de la esperanza, de la teoría de la esperanza de la utilidad, pero Allais demostró más tarde que cerca del 45% de los fiadores violaron también el axioma de independencia (el principio de las probabilidades lineales). Contrariamente a las condiciones sugeridas por Morgenstern y Von Neumann, la paradoja de Allais demuestra que la estimación de las probabilidades hecha por la gente no es lineal. Las esperanzas matemáticas vinculadas a C y D son respectivamente de 11 millones y de 50 millones. Si el individuo es neutro frente al riesgo, debería preferir D a C. Si elige efectivamente D, la coherencia implica que en la primera situación, el individuo entonces habría debido preferir B a A. Allais llegó a falsificar la teoría de la esperanza de la utilidad mostrando la inconsistencia de los que tenían preferir A a B en el primer caso, pero que habían elegido posteriormente D más bien que C. Una hipótesis de

aversión para el riesgo constante y la misma curvatura del campo de indiferencia con todo habrían debido procurar que prefieran C a D. Pero las observaciones pusieron de manifiesto que a elegir entre una renta cierta y una renta aleatoria, cuando los importes en proximidad de la certeza son muy elevados, los individuos prefieren la renta cierta, incluso si hay una escasa oportunidad de percibir nada. Y cuando se está en presencia de rentas aleatorias, con probabilidades escasas pero cercanas una del otro, los individuos eligen la renta más elevada. Revelan entonces una inconsistencia en sus elecciones, al menos en función de este axioma de la teoría de la esperanza de la utilidad. La esperanza de Allais señaló el principio de una nueva era en economía; después de ésta, los enfoques normativos y positivos eran más claramente separables una del otro. Desde allí, las experimentaciones se volvieron más frecuentes y dieron nacimiento a enfoques alternativos, en particular, en los años 1970 con las labores de búsqueda de Daniel Kahneman y de Amos Tversky. Más recientemente, algunos investigadores intentaron establecer un vínculo entre las observaciones indicadas en laboratorio y sus corolarios cerebrales respectivos. Por eso, la paradoja de Allais, más de cincuenta años después de la Conferencia de París, rehace superficie. Camerer, Loewenstein y Prelec (2004) destacan que la inconsistencia mostrada por la paradoja de Allais se observó en otras especies animales. Mecanismos cerebrales, hasta un determinado punto similares, generarían este tipo de elección en distinta especie animales; es posible conjeturar que estas semejanzas podrían encontrar su fuente en los mecanismos evolucionistas, en particular, en las exigencias comunes y previas de la supervivencia; las normas de la evolución que no tienen muy que ajustarse a los axiomas de racionalidad. A nivel

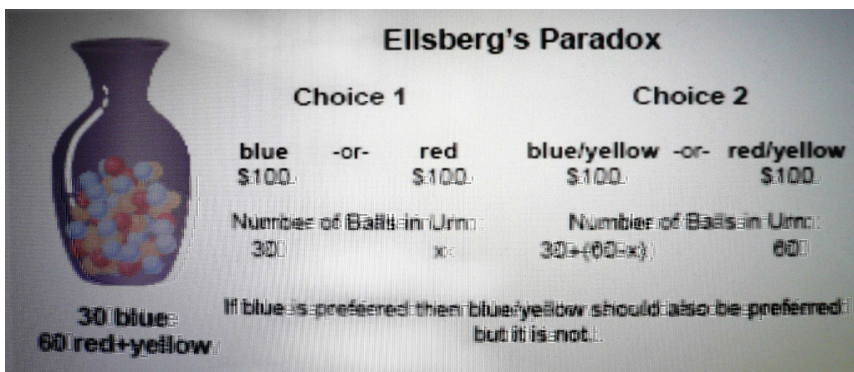
neurológico, la violación demostrada por Allais podría ser atribuible al hecho de que nuestras elecciones son guiadas por más de un mecanismo de evaluación.

2.3.2) La paradoja de Ellsberg (1961)

Otra falsificación de la teoría de la esperanza de la utilidad, posiblemente más desconcertante aún, fue ilustrada por Daniel Ellsberg. En su tesis de doctorado en económica de la Universidad de Harvard, Daniel Ellsberg destacó a partir de 1959 que la teoría de la esperanza de la utilidad no tenía en cuenta la aversión que tiene la gente ante las situaciones ambiguas. En un artículo parecido más tarde en el *Quarterly Journal of Economics*, Ellsberg (1961) ilustró un tipo de preferencia que se conoció más tarde bajo el nombre de paradoja de Ellsberg. La paradoja (figura 2.1) se explica de la siguiente forma: en una urna que contiene 90 bolas, se encuentran 30 bolas azules. Las 60 bolas restantes son rojas o amarillas en una proporción que no se especifica. Si la gente hace las buenas elecciones, obtienen \$100. Entre una elección clara (la opción A de elegir la bola azul que da $\frac{1}{3}$ de oportunidad de ganar) y una elección ambigua (la opción B de elegir la bola roja que da entre 0 y $\frac{2}{3}$ de oportunidad de ganar), la gente va típicamente a preferir apostar por la bola azul. Según la teoría de la esperanza de la utilidad, si la gente hace esta elección, es necesariamente porque consideran que hay menos de 30 bolas rojas en la urna o de manera equivalente, que hay más de 30 bolas amarillas. La paradoja se ilustra por lo que sigue: antes de efectuar una otra tirada -y a partir del mismo boliche- se ofrece a continuación a estos participantes elegir entre una de las siguientes opciones: o una bola azul o amarilla (la opción C), o una bola roja o

amarilla (la opción D). La gente debería racionalmente optar por la opción C (de acuerdo con la teoría de la esperanza de la utilidad). Puesto que inicialmente habían elegido la bola azul ganadora, es porque habían considerado implícitamente que había más de 30 bola amarillos en la urna. Ahora bien, después de haber elegido la opción A, la gente elige típicamente la opción D. ¿Por qué haber elegido la opción D?. Puesto que se habla de la misma urna, no se puede a la vez lógicamente considerar que hay menos de 30 bolas amarillas eligiendo la opción D y más de 30 bolas amarillas eligiendo la opción A. Esta elección viola obviamente el principio de la racionalidad sugerido por la teoría de la esperanza de la utilidad e ilustra una aversión a la ambigüedad (la opción C que da entre 1/3 y 1 oportunidad de ganar y la opción D que da indudablemente 2/3 de oportunidades de ganar).

Figura 2.1: La paradoja de Ellsberg

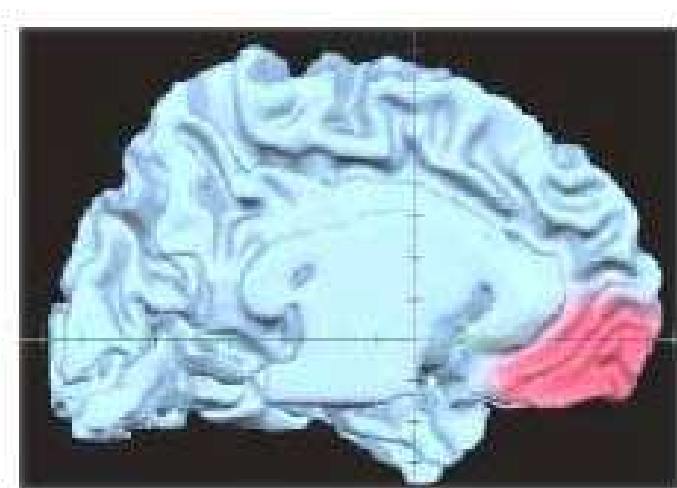


Fuente: Glimcher y Rustichini

Esta refutación de la teoría de la esperanza de la utilidad, cerca de cuarenta años más tarde, recientemente de nuevo ha llamado la atención de investigadores interesados por las teorías de la decisión. Algunas investigaciones en neurologías permitirían hoy

descascarillar la paradoja de Ellsberg y definir algunos de sus substratos neuronales. Hsu y Camerer (2004) pusieron de manifiesto que una región (ínsula corteza) no se activa de la misma forma por la alternativa de un importe evidente que por la de un importe dudoso. Otras investigaciones hechas por Bechara y sus colegas (1997) permitieron identificar un mecanismo emotivo que sería parcialmente sensible a las situaciones de ambigüedad y que residiría, en parte al menos, en La corteza prefrontal ventromedial (CPFVM) (figura 2.2).

Figura 2.2: La corteza prefrontal ventromedial



La corteza prefrontal ventromedial está representada por la parte roja de la ilustración. El frente del cerebro está a la derecha. Se trata de una vista medial del hemisferio izquierdo del cerebro. Las personas que sufren de daños a este lugar tienen insuficiencia emocional.

Fuente: Glimcher y Rustichini

Este mecanismo sería solicitado solamente en algunas circunstancias particulares. Como previamente lo destacamos, los pacientes teniendo daños cerebrales de sus mecanismos emotivos, dificultades de tomar las buenas decisiones cuando se requiere una evaluación correcta de las consecuencias futuras de una acción y esto, aunque su resultado a pruebas de cociente intelectual es normal. Cuando una situación es aventurada y

ambigua, Bechara y sus colegas pusieron de manifiesto que estos pacientes, contrariamente a las personas normales, tomarán las malas decisiones porque carecen de aversión a las situaciones ambiguas. En estos casos, cuando una elección genera pesadas pérdidas, los pacientes pueden repetir la experiencia, mucho más que las personas normales. Su falta de entrada emocional les es entonces nociva. Observaciones hechas con ayuda de FMRI parecen corroborar esta hipótesis. O' Doherty *et al.*, (2001) pusieron de manifiesto que la región del CPFVM²⁴ tiene un papel en el aprendizaje. Esta región es más activa cuando es necesario evaluar y aprender la disponibilidad de distintas recompensas a partir de una situación ambigua. Por contra, cuando ningún aprendizaje es posible es que a los participantes, no les informa del resultado de la lotería después de cada una de las tiradas, esta región muestra ninguna activación (Rustichini *et al.*, 2002). Todos estos resultados sugieren también que sea posible conectar las investigaciones hechas en economía y en neurologías y que el papel de las emociones es primordial en la evaluación de una situación ambigua. Los circuitos subyacentes a las emociones serían esenciales al proceso de aprendizaje y a la evaluación de las elecciones aventuradas, mientras que la simple selección de alternativas no los requeriría.

2.3.3) Elementos de la teoría prospectiva, heurísticos y efectos de encuadre²⁵

La teoría de la esperanza de la utilidad a veces se interpreta como una *condición* a la toma de decisión racional en situación de incertidumbre. La refutación empírica de esta

²⁴ La corteza prefrontal ventromedial

²⁵ Traducción de "Framing Effect".

teoría permitió a Daniel Kahneman y Amos Tversky elaborar sus labores de investigación a partir del principio de los años setenta. Durante más de veinte años, han -a partir de un *enfoque descriptivo*- buscado comprender los distintos mecanismos que conducen a la toma de decisión. Uno de los momentos culminantes de su colaboración científica fue la elaboración de la teoría prospectiva (1979) que -*desde entonces*- quiere ser un enfoque alternativo a la teoría de la esperanza de la utilidad. El objetivo de esta memoria que no es una elaboración exhaustiva de los trabajos de Kahneman y Tversky, por lo que no destacaremos aquí los aspectos que -*a nuestro conocimiento*- tuvieron una incidencia sobre las proyecciones de la neuroeconomía.

La existencia de una asimetría entre el impacto de una ganancia y el impacto de una pérdida (aversión a la pérdida): Kahneman y Tversky sugieren que la función de valor se aplique a las ganancias y a las pérdidas (en particular, monetarios) y que su evaluación se hace según un punto neutro; la pérdida es más dolorosa que la felicidad generada por una ganancia similar. La curvatura de la función de valor podría muy bien explicarse desde un punto de vista evolucionista y se la encontraría en otras especies animales. Durante millones de años, las consecuencias sufridas a raíz de una pérdida que resultaba de una mala elección habría sido pesadas o inevitable. Es por lo tanto tentador sugerir que este tipo de preferencia pudiera ser esencial a la supervivencia. Distintas investigaciones recientemente intentaron establecer pruebas biológicas y neurológicas a la asimetría entre las ganancias y las pérdidas. La aversión a la pérdida sería innata y sería el fruto de un proceso evolucionista viejo de varios millones de

años²⁶ (Chen *et al.*, 2005). Estudios de imágenes cerebrales pusieron de manifiesto que las ganancias y las pérdidas no activan las mismas regiones del cerebro, y que las pérdidas causan, en algunas regiones específicas del cerebro, aún más activación que las ganancias (Camerer *et al.*, 1993 ; Smith *et al.*, 2002). Otros estudios intentan identificar las regiones del cerebro activadas por distintas alternativas: Dickhaut *et al.* (2003) encontraron que la corteza orbitofrontal es activada aún más por la idea de una ganancia que por la idea de una pérdida. Knutson *et al.* (2000) encontraron que la circunvolución límbica previo y el thalamus se activaban en una pérdida. Knutson y Peterson (2005) creen que la anticipación de las ganancias y la de las pérdidas no son tratadas por los mismos mecanismos neuronales.

Números heurísticos no permiten la toma de decisión deliberada y racional: Con el fin de comprender mejor la decisión en situación de incertidumbre, Kahneman y Tversky proponen sustituir a las probabilidades asociadas a una elección que se destina a una gratificación, por ponderaciones de toma de decisiones que tendrían en cuenta aún más sus observaciones empíricas: la gente no evalúa bien las probabilidades asociadas a un acontecimiento y tiene dificultades para aplicar las herramientas de análisis estadístico fuera de las aplicaciones puramente matemáticas (véase por ejemplo el error de la conjunción presentada en el primer capítulo). En particular, la gente tiende sobrestimar la probabilidad de acontecimientos raros y subestimar la probabilidad de

²⁶ La aversión a la pérdida se observó en los monos capuchinos. Nuestros antepasados comunes con esta raza habrían vivido hay alrededor de 40 millones de años (Schneider *et al.*, 2001 citados en Chen *et al.*, 2005).

acontecimientos frecuentes. La sobrestimación de las probabilidades de acontecimientos raros podría explicar lo que *a priori* parecía irreconciliable: el deseo simultáneo de comprarse un seguro y hacer el *gambling*. Esta mala estimación de las probabilidades se derivaría de lo que los autores llaman heurísticos. En su artículo de 1974, Tversky y Kahneman (1974) no definen un juicio heurístico pero lo describen como un conjunto de procesos que permite reducir el grado de dificultad asociado a la evaluación del valor y las probabilidades. El paralelo entre los juicios heurísticos y los procesos automáticos de los cuadrantes III e IV del modelo de Camerer *et al.* (Capítulo I) parezca natural: porque no requieren esfuerzos y que se hagan rápidamente, los juicios heurísticos son a menudo útiles pero pueden sin embargo conducir a errores sistemáticos y malas evaluaciones.

2.4) Conclusión

La evacuación gradual, en las neurologías, de la concepción « behaviorista » para la cual el cerebro no es más que un órgano estímulo-respuestas, permitiría a la economía servir de herramienta conceptual en las neurologías y la neuroeconomía. Al origen, toda decisión procede necesariamente del cerebro y el sistema nervioso; por lo que una mejor comprensión de lo que el cerebro pretende hacer permitiría informar a toda ciencia del comportamiento. La fusión de la neurología, de la economía, y de la psicología, es pues una secuencia natural; cada una de estas disciplinas que estudian el comportamiento a distintos niveles. Enfoques normativos y descriptivos pueden combinarse para el análisis y preferencias, los que recientemente fueron objeto de estudios en las

neurologías. Estas herramientas económicas normales fueron utilizadas por investigadores resultantes de las neurologías para sus propias investigaciones; y estos últimos permiten una vuelta de ascensor que puede a su vuelta informar a la teoría económica. Las intuiciones fundamentales que se ocultan detrás la función de utilidad y el concepto de la esperanza de la utilidad serían validadas por la observación del funcionamiento cerebral de algunos primates. En el humano, estudios subsiguientes llegan a resultados bastante similares. Sin embargo, el hecho de que las perspectivas de ganancias y pérdidas no estuvieran tratadas por los mismos mecanismos neuronales permitiría matizar estos resultados incorporando otro marco de análisis, el de la teoría prospectiva. Economistas por otra parte comenzaron a integrar estas consideraciones biológicas en sus labores de investigaciones, ilustrando por el hecho la neuroeconomía ya comenzó a influir sobre las teorías económicas.

El concepto de la utilidad, que por otra parte ha sido redefinido por Kahneman y sus colegas, implica disonancias potenciales entre sus distintos componentes. Al poder identificar sus componentes cerebrales respectivos, investigaciones resultantes de las neurologías vienen a *básicamente* poner en entredicho el concepto de las preferencias reveladas y las teorías del bienestar podrían beneficiarse de un análisis que incorpora algunas de estas disonancias. Puesto que es finalmente posible dividir la utilidad y observar cada una de sus componentes, todas estas investigaciones sugieren enfoques más realistas y más completos que la simple teoría de las preferencias reveladas.

Por fin, las falsificaciones de la esperanza de la utilidad se estudiaron con ayuda de las neurologías. Por ello las inconsistencias demostradas por la paradoja de Allais pueden explicarse por el hecho de que los procesos cerebrales no son los mismos cuando un cliente potencial enfrenta dos opciones dudosas. La paradoja de Ellsberg podría también explicarse por el hecho de que la región de la corteza insular no es activada de la misma manera por la alternativa de un importe evidente que por la de un importe dudoso. Además la corteza prefrontal ventromedial desempeñaría un papel en la aversión emotiva a las situaciones ambiguas; en donde las personas que tienen daños en esta región del cerebro no indicarían esta clase de aversión, lo que en sí se basa que sería normal querer evitar las situaciones ambiguas. El efecto de encuadre, la evaluación cerebral de una alternativa aventurada y de su posición con relación a un punto neutro, las preferencias intertemporales, todos fueron objeto de búsquedas de la neuroeconomía.

En síntesis, aunque la neuroeconomía sólo esté dando sus primeros balbuceos, ahora claramente se establece que investigadores resultantes de las neurologías, de la psicología y la economía pueden trabajar en conjunto para las proyecciones de esta nueva disciplina.

CAPÍTULO III

TEORÍA DE LOS JUEGOS Y NEUROECONOMÍA

3.0) Introducción

En este capítulo, se presenta algunas utilizaciones de la teoría de los juegos como herramientas conceptuales de las neurologías. A la sección 3.1, presentamos resultados empíricos que validan una concepción estándar de la teoría de los juegos (en particular, el comportamiento racional y el alcance hacia un equilibrio de Nash) y mostramos la utilización de estas herramientas como aportes a investigadores de las neurologías como un nuevo marco teórico que les permiten tener otro vistazo sobre el cerebro y lo que pretende realizar.

En la sección 3.2, presentamos resultados que apoyan aún más la economía comportamental;²⁷ ésta *-como previamente lo destacó en el capítulo 1-* sustituye a las hipótesis de racionalidad sustantiva por alternativas cognoscitiva más plausibles, en la medida en que estos últimos son concretamente observables en laboratorio. Algunas investigaciones sugieren que el comportamiento observado en laboratorio, que a veces se somete a otras normas que las de las dimensiones racionales de la teoría de los juegos, podría asociarse a algunos substratos cerebrales. En este sentido, la

²⁷ Más concretamente la teoría comportamental de los juegos.

neuroeconomía permite validar las observaciones previamente hechas por los economistas comportamentales y esta contribución es no desdeñable.

Como el estudio del cerebro incorpora necesariamente dimensiones evolucionistas, destacamos al paso la relación entre algunas hipótesis de la psicología evolucionista y las recientes proyecciones de la neuroeconomía (sección 3.3). Se sugiere que una mejor comprensión de estas dimensiones pudiera potencialmente ayudar a los economistas a comprender más los fundamentos de algunas interacciones económicas.

3.1) Teoría de los juegos, racionalidad y neurologías

Con el fin de crear una teoría económica más completa, que incorporaría las acciones estratégicas de opositores inteligentes, John Von Neumann y Oscar Morgenstern (1944) crearon la teoría de los juegos. Para las neurologías, la teoría de los juegos *-al igual que algunas concepciones clásicas de la utilidad-* permite la adición de herramientas de cómputo. Recientes investigaciones ayudaron a algunos investigadores de las neurologías a reducir la divergencia entre su comprensión de las causas proximales y últimas del comportamiento.

Michael Dorris y Paul Glimcher (2003, 2004) utilizaron el juego “*Work or Shirk*” de una manera inédita para sus investigaciones en neurologías: intentaron encontrar los correlatos neurológicos de personas que obraban recíprocamente en el equilibrio de Nash. En este juego, se pretende prever la estrategia óptima y la interacción entre dos

jugadores que se enfrentan: un empleado y un patrón. La remuneración del trabajador es « W » pero trabajar le cuesta un esfuerzo « E » que preferiría no tener que dar. Los beneficios del patrón son medidos por la producción del trabajador « P » menos esto que le cuesta en salario « W » y en coste de comprobación o inspección « I ».- El patrono preferiría no tener que comprobar la producción del empleado ya que eso le causa costes adicionales. La matriz de los pagos relativos se presenta al cuadro 3.1. Los pagos del trabajador se sitúan en cada una de las células, a la izquierda de la coma. La decisión del patrono consiste en examinar o no examinar mientras que la elección del trabajador se plantea entre hecho de trabajar o colarse.

Cuadro 3.1: La matriz de los pagos del juego de la inspección y el resquillage

	Inspeccionar	No inspeccionar
Trabajar	$W - E, P - W - I$	$W - E, P - W$
Colarse	$0, - I$	$W, - W$

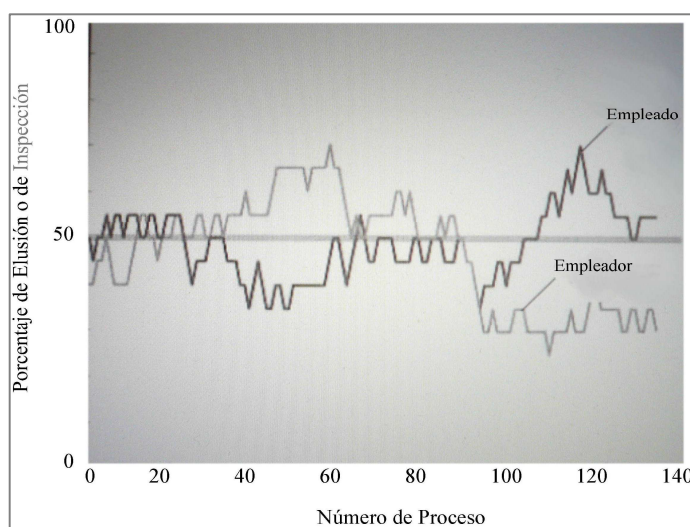
Fuente: Glimcher (2003)

En este juego, se alcanzará un equilibrio de Nash cuando el trabajador y el patrono se encuentren ambos indiferentes entre la elección de la una u otra de sus opciones respectivas. La solución a este juego es que el trabajador debería colarse en una proporción de « I/W » mientras que el patrono debería examinar en una proporción de « E/W ». Dorris y Glimcher pidieron a personas jugar a este juego en un centenar de reanudaciones para períodos de 1 o 2 horas, siempre con el mismo adversario. Con el fin de guardarlos motivados, se remuneraban y pudieron ganar hasta \$30 por hora según su resultado. Los dos jugadores eran separados, cada uno encontrándose en una pieza

distinta y el resultado de su decisión eran transmitidos por un terminal después de cada uno de sus elecciones. Es interesante indicar que los participantes, nunca no se informaron de los pagos de la matriz, y aunque no tenían ninguna idea podía ser una estrategia mixta o un equilibrio de Nash, llegaron a mantenerse muy cerca de la solución de equilibrio. Por ejemplo, durante un juego donde la solución óptima consistía en examinar y colarse en una proporción del 50% a los dos investigadores obtuvieron resultados bastante fieles a la solución óptima del equilibrio de Nash (figura 3.1).

Figura 3.1: Resultados del juego de la inspección y el resquillage

La línea horizontal indica el porcentaje de la estrategia óptima (examinar y colarse la mitad del tiempo). El comportamiento del empleado es definido por la característica oscura y el del patrono corresponde a la característica pálida. El gráfico revela que los jugadores, aunque no se hayan informado nunca de los pagos de este juego, no se alejan de verdad del equilibrio de Nash. A la luz del gráfico, se constata que inspecciones menos frecuentes generarían aún más resquillage, y viceversa.



Fuente: Glimcher (2003)

Corolario cerebral: Queda claro que la solución a este juego implica una estrategia mixta en los dos jugadores. La estrategia mixta requiere de un individuo que sea capaz de producir comportamientos dudosos a los ojos de sus opositores con el fin de poder maximizar sus ganancias. Por ejemplo, si el empleado se pusiera a colarse un día sobre dos por alternancia, el patrón pronto lo habría hecho observar, y terminaría por elegir

examinar precisamente que esos días. Va de la misma lógica para el empleado; si llegaba a detectar una secuencia particular en su patrón, elegiría de colarse que los días en que éste no examina. ¿Pero en que eso puede conectarse al cerebro? En realidad, la idea de Nash, al efecto que una estrategia mixta pueda generar un equilibrio, viene a afectar seriamente el paradigma del dualismo cartesiano. Recordemos que un equilibrio de Nash requiere que los valores esperados de cada elección o recursos sean equivalentes, de modo que un individuo sea indiferente entre una u otros de sus opciones. En el segundo capítulo, habíamos destacado que para Descartes, solamente el comportamiento simple y determinado, iniciado por un proceso de estímulos-respuesta, podía ser comprensible y explicable. Ahora bien, la existencia de un equilibrio mixto requiere a la vez un comportamiento predeterminado (el de actuar según las proporciones de la estrategia óptima) pero también un comportamiento indeterminado (el hecho de actuar de manera imprevisible a cada uno de las tiradas). Antes de decidir su elección, el jugador debe adoptar un comportamiento imprevisible a los ojos de sus opositores.

Dorris y Glimcher utilizaron a continuación un programa de computación para desempeñar el papel del patrón. Los participantes no fueron sin embargo informados que jugarían contra un programa informático. Éste tenía la capacidad de detectar comportamientos no aleatorios en los jugadores colocados en el papel del trabajador. Si un jugador no se implicaba realmente de manera aleatoria, sus pagos iban a afectarse (un comportamiento previsible disminuye los pagos en este juego). Después de haber

aplicado los participantes, Dorris y Glimcher constataron que éstos actuaban, a poca cosa cerca, una vez más de conformidad con un equilibrio de Nash (figura 3.2). Luego, mostraron a monos, que no se remuneraban en dinero pero con jugo, a jugar a este juego contra el mismo ordenador y obtuvieron resultados muy similares a los del ser humano (figura 3.3.). Antes de cada una de las decisiones tomadas por los trabajadores, (hombres y monos), el programa del ordenador fue incapaz de detectar un comportamiento previsible.

Figura 3.2: Comportamiento humano en el juego de la inspección y el resquillage

La figura 3.2 ilustra un comportamiento que tiende hacia un equilibrio de Nash. Aquí, un voluntario humano juega al trabajador mientras que el ordenador desempeña el papel del patrono. Cuando la estrategia óptima pasa de un resquillage del 50% al 90% , el trabajador se pone sensiblemente a colarse según las mismas proporciones.

Fuente: Glimcher (2003)

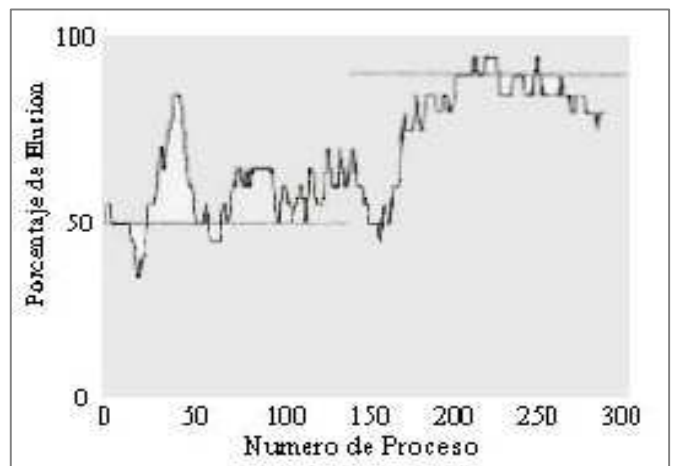


Figura 3.3: Comportamiento del mono en el juego de la inspección y el resquillage



La figura 3.3 ilustra que el mono se implica también de acuerdo con un equilibrio de Nash cuando se enfrenta a un programa de ordenador que desempeña el papel del patrono. Cuando la estrategia óptima pasa de un resquillage del 50% al 90%, el mono se pone proporcionalmente a

colarse. A tener en cuenta la semejanza entre el comportamiento del mono y el del humano de la figura 3.2. Fuente: Glimcher (2003)

En la naturaleza, algunas clases de acciones requieren un comportamiento imprevisible. Cuando se analizan estas acciones en el marco de la teoría de los juegos, se vuelven explicables. Mientras que el comportamiento de un jugador es, de una secuencia a otra, imprevisible, la elección de la estrategia óptima es, por su parte, matemáticamente muy previsible. Para incluir el funcionamiento del cerebro, Glimcher postula que es necesario aceptar la idea que es posible estudiar algunos tipos de comportamientos imprevisibles en tanto como se dispone de las herramientas convenientes. Esta imprevisión o este indeterminación es de dos órdenes: el primero se refiere a las limitaciones epistemológicas a las cuales cada animal enfrenta; antes de tomar una decisión, se hace frente necesariamente a una información incompleta. Durante millones de años, el cerebro evolucionó en un medio ambiente dudoso. El segundo es un no determinismo necesario para hacer frente a la competición de los otros organismos. Intentar incluir lo que el cerebro pretende realizar sin tenerse cuenta de estos conceptos es, para Glimcher, imposible.

Al conectar las causas proximales y últimas del comportamiento, Dorris y Glimcher pretendieron poner de manifiesto que una elección dudosa (antes de cada una de las tiradas) podía sin embargo ser determinista (posibilidad de supervivencia asociada a la maximización de las ganancias). La ventaja de este enfoque neuroeconómico, es que les permite un mayor poder explicativo. La activación neurológica observada en la corteza

lateral intrapariétal nunca habría podido explicarse dentro del paradigma estímulo-respuestas.

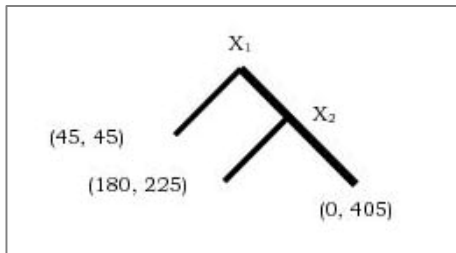
3.2) Teoría comportamental de los juegos y neurologías

Durante los últimos años, varias falsificaciones de la teoría de los juegos racionales fueron posibles por el desarrollo de la economía experimental. Estas falsificaciones iniciaron una nueva rama de la teoría de los juegos (Camerer, Ho y Chong, 2001) que se llamó la teoría comportamental de los juegos (*Behavioral Game Theory*). Presentamos aquí tres tipos de investigaciones y dimensiones neurobiológicas hechas posibles por la fusión neurologías y de la teoría comportamental de los juegos: los juegos de la confianza, del dilema del preso y el ultimátum.

3.2.1) El juego de la confianza

McCabe y sus colegas pidieron a doce personas participar en una versión del juego de la confianza (figura 3.4) con el fin de probar si un módulo preciso que favorece el comportamiento cooperativo pudiera localizarse en el cerebro. En este juego, el jugador X1 puede tomar la decisión de no hacer confianza al otro, en cual caso el juego se termina y los dos jugadores obtienen 45 pesetas. Si al contrario el jugador X1 hace confianza al jugador X2, este último puede entonces decidir guardar toda la puesta (405 pesetas) no dando nada al jugador X1. La otra posibilidad que se ofrece al jugador X2, es optar por la reciprocidad y compartir la puesta (pagos de 180 pesetas para el jugador X1 y de 225 pesetas para el jugador X2).

Figura 3.4: Juego de la confianza y la reciprocidad



Fuente: McCabe *et al.*

McCabe y sus colegas informan de que en otras experiencias de laboratorio, se observa que el jugador X_1 hace confianza al jugador X_2 la mitad del tiempo y que trescuartos de los jugadores X_2 demuestran reciprocidad. Para el presente estudio, McCabe y sus colegas aplicaron los participantes el uno con el otro, en un papel en uno o en otro, así como con un ordenador. Antes de jugar, los participantes percibían, por medio de una fotografía apareciendo sobre una pantalla, al socio con quien se hermanarían para la transacción. Se les explicó también que el ordenador que desempeña el papel del jugador X_1 transferiría a todo golpe el dinero al jugador X_2 . Cuando el ordenador se encontraba a desempeñar el papel de X_2 , optaría de cooperar un 75% de las veces.

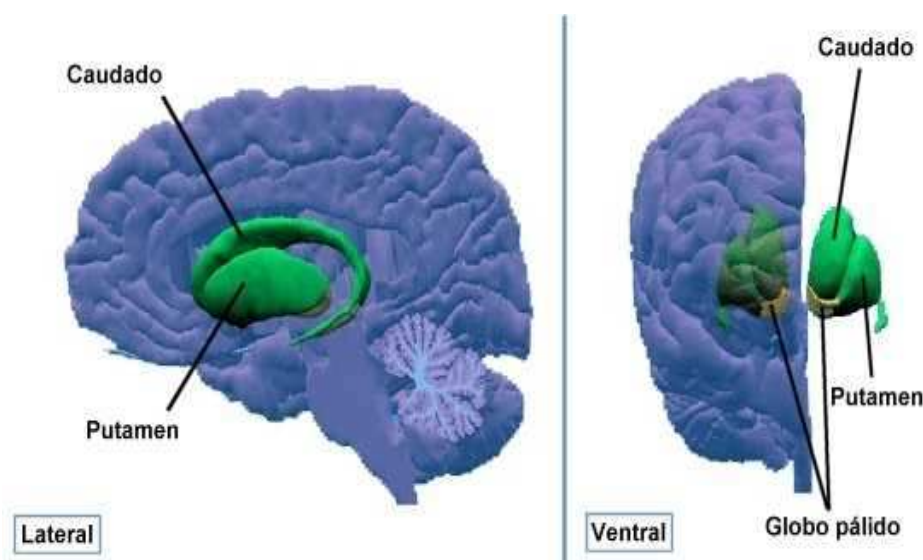
Utilizando la tecnología FMRI, McCabe y sus colegas observaron que las elecciones más cooperativas generaban una mayor activación cerebral en algunas regiones del lóbulo frontal. Esta activación era perceptible cuando los participantes jugaban con un socio humano mientras que no lo era cuando se enfrentaban el ordenador. En los jugadores menos cooperativos, no se observó esta diferencia de activación cerebral.

Para interpretar estos resultados, McCabe *et al.* sugirieron la existencia de una tela cortical común que permitiría la cooperación humana. Y esta tela sólo se activaría en una elección cooperativa con un humano. La atención prestada a las ganancias mutuas, la inhibición necesaria de la gratificación inmediata que hace posible las futuras cooperaciones, sólo serían necesarias hasta que se enfrenta un humano a otro humano. Si las regiones identificadas por los autores son efectivamente necesarias para las elecciones cooperativas, el hecho de que no estén activadas en los participantes que eligen no cooperar podría ser una indicación que otros procesos guían su decisión, y que ésta se ve en primer lugar bajo un ángulo de maximización de utilidad.

Otro grupo de investigación (King-Casas *et al.*, 2005) recientemente prosiguió los trabajos sobre los fundamentos biológicos de la confianza combinando las técnicas de imágenes cerebrales²⁸ a un juego para localizar y analizar los mecanismos cerebrales activados por este tipo de comportamiento. En su versión del juego de la confianza, el inversor puede transferir 20 dólares o menos al segundo jugador. Una vez efectuada la transferencia, se triplica el importe y el segundo jugador puede entonces decidir demostrar reciprocidad devolviendo una parte de esta suma al inversor. Con el fin de tener en cuenta el hecho de que los intercambios a menudo se repiten y no se aíslan, y que los algoritmos cerebrales se suponen reflejar este estado de la naturaleza, los participantes fueron hermanados con la misma persona (sin saber quien) y jugarán este juego conservando el mismo papel durante diez reanudaciones. King-Casas y sus

²⁸ Más concretamente la tecnología *hyperscanning*.

colegas tuvieron en cuenta, de una ronda a otra, una fuerte correlación entre las transferencias marginales de los dos jugadores. Utilizando a continuación la tecnología FMRI para observar la activación neurológica de los dos jugadores simultáneamente, tuvieron en cuenta que “la intención de hacer confianza” (de enviar más dinero) se correlacionaba con la actividad neurológica del núcleo caudado. Notable hecho, parece que la reputación de los jugadores no terminaba cifrarse con la experiencia. Por ejemplo, mientras que en las primeras rondas de núcleo caudado²⁹ después de la decisión del inversor; esta activación tenía lugar, en las últimas rondas, incluso antes no se revele la decisión del inversor. Ahora bien, la región del núcleo caudado está en vínculo con el sistema dopaminérgico³⁰ (King-Casas *et al.*). Esta región permitiría formular un modelo de anticipación de las acciones de los otros.



²⁹ Porción del cerebro constituida del Núcleo Caudado, el Putamen, el Globus Pallidus, el cuerpo de Luys (núcleo subtalámico) y la sustancia Nigra (locus niger).

³⁰ Un sistema químico de gran importancia en la transmisión de impulsos en el cerebro y que regula ciertos tipos de comportamiento. Por otra parte, este sistema establece la producción de dopamina, sustancia encargada de mantener nuestros pensamientos y percepciones de acuerdo con la realidad del medio que nos rodea.

3.2.2) El dilema del preso

El dilema del preso es otro juego que permite a la economía experimental comprobar si los equilibrios previstos por las hipótesis de maximización son plausibles. En este juego, dos personas deben elegir entre la cooperación o la defección. En una versión del juego a una única ronda, el equilibrio de Nash no conduce a un óptimo de Pareto³¹ puesto que los incentivos de no cooperar son demasiado elevados. Sin embargo, cuando la versión del juego se presenta de manera repetida, la cooperación mutua es una solución plausible (Varian, 1990). Es por otra parte tal versión del juego que permitió a Rilling *et al.* (2002) identificar algunas regiones del cerebro activadas por una cooperación mutua. Sus investigaciones sugieren que el hecho de adoptar un comportamiento cooperativo y de recibir la recíproca, generará una activación del circuito de la recompensa e implicaría una forma de gratificación. Adoptando un enfoque de biología evolucionista, los autores sugieren que esta gratificación permitiría reducir el deseo más primario o más inmediato de la defección (en el beneficio de una satisfacción posterior mayor traída por un macroequilibrio dónde la cooperación más frecuentemente se observa). La activación de este circuito, al permitir el refuerzo positivo de actos de reciprocidad altruista, ayudaría pues a rechazar la tentación de actuar “egoístamente”.

³¹ Una situación económica es óptima en el sentido de PARETO si no existe ninguna otra posibilidad de satisfacer más cada una de las personas o, como mínimo, satisfacer más algunos sin perjudicar los otros.

Sugiriendo que sea primordial dotarse con mecanismos neuronales que permiten establecer que sea o no digno de confianza, Rilling y sus colegas (2004) utilizaron una versión del dilema del preso a una única ronda (figura 3.5) para comprobar si el cerebro de diecinueve participantes (11 mujeres y 8 hombres) podía cifrar tales mecanismos. Los investigadores observaron la actividad cerebral de los participantes mientras que éstos influían o contra socios humanos o contra un programa de ordenador. En laboratorio, Rilling y sus colegas tuvieron en cuenta que los participantes cooperaban significativamente más a menudo contra socios humanos (81% de las pruebas) que contra el programa de ordenador (66% de las pruebas). Los investigadores identificaron a continuación las regiones afectadas por los actos de cooperación y defección, con el fin de analizar su impacto dopaminérgico.

Figura 3.5: Dilema del preso

		Jugador A	
		Cooperación	No Cooperación
Jugador B	Cooperación	A gana \$5, B gana \$5	A gana \$6 y B \$0
	No Cooperación	B gana \$6 y A \$0	A pierde \$1, B pierde \$1

La figura 3.5 muestra las dos alternativas de los jugadores A y B (cooperar, hacer defección).

Fuente: Rilling *et al.*, (2004)

Otras recientes investigaciones prosiguen en la misma vena e ilustran la rapidez de las noticias descubiertas de la neuroeconomía. Por ejemplo, Singer *et al.*, (2004) utilizan a su vez el dilema del preso para poner de manifiesto que la simple vista de la cara de una persona previamente que coopera en un dilema del preso a una única vuelta, activa

algunas zonas del circuito de la recompensa. En sí, esto permite también incluir en que los valores objetivos de la matriz de los pagos podrían diferir de su atribución subjetiva. El enfoque neuroeconómico del juego de la confianza y el dilema del preso permite a investigadores definir vínculos entre las hipótesis que se derivan de la economía experimental y sus fundamentos fisiológicos.

A la luz de los dos juegos que acabamos de presentar, parecería que la reciprocidad positiva tuviera componentes realmente fisiológicos que facilitarían el intercambio. Pero la reciprocidad puede también ser negativa. En algunas situaciones, eso puede reducir las posibilidades de intercambios. Ayudado del juego del ultimátum y de un enfoque neuroeconómico, vera ahora porqué.

3.2.3) El juego del ultimátum

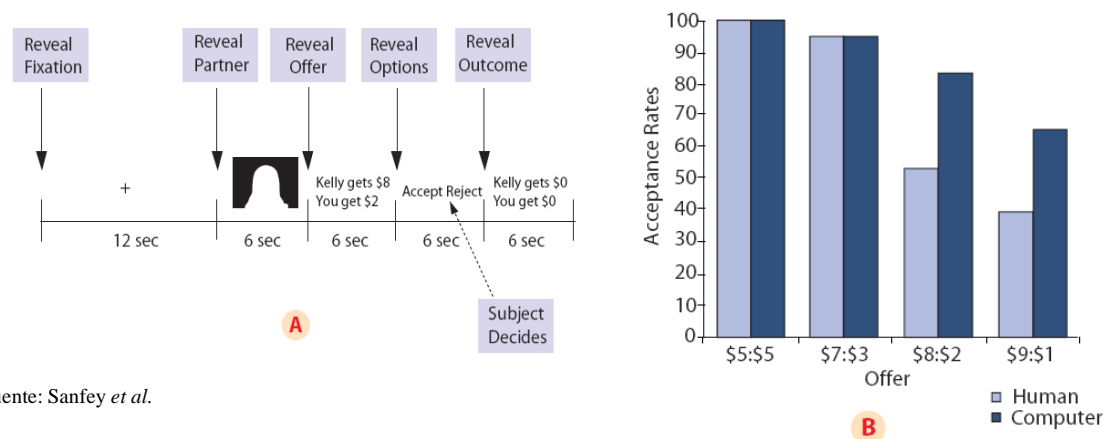
Una de las experimentaciones más destacadas de la neuroeconomía fue efectuada por Sanfey *et al.* (2003) quienes utilizaron el juego del ultimátum para evaluar las bases neurológicas de la decisión económica. Durante este juego, se ofrece un importe de dinero a una persona y se le pide dividir la suma entre ella y una segunda persona. Si este último acepta la oferta, se comparten así las sumas y el juego se detiene allí. Por el contrario, si rechaza la oferta, los dos vuelven a salir con las manos vacías. La solución normal al juego del ultimátum estaría, en el caso del primer jugador, ofrecer el más pequeño importe posible; en el caso del segundo jugador, la solución consistiría en aceptar todo importe (sobre la base razonable que toda suma monetaria es preferible a

cero) (Rubinstein, 1985). Pero la gente no es tan racional, intentaremos ahora ver porqué.

Ayudado de la tecnología FMRI, Sanfey y sus colegas estudiaron el cerebro de diecinueve participantes que juegan al juego del ultimátum. Los investigadores prestaron su atención sobre la activación cerebral de los participantes asignados al papel de un fiador que recibe ofertas no equitativas (20% y menos de la puesta). Yendo de la hipótesis que tal oferta generaría un conflicto cognoscitivo entre, el deseo emocional de no aceptarlo y, la voluntad de acumular más dinero posible, Sanfey y sus colegas identificaron zonas del cerebro que pueden potencialmente ser en vínculo con tales procesos mentales. Los autores elevaron una atención más especial a tres zonas de interés: La circunvolución límbica previo (ACC), la región bilateral previa (ínsula derecha e ísula izquierdo) y la corteza frontal dorsolateral (DLPFC). Observaron que estas tres regiones comparativamente eran activadas más por ofertas no equitativas que por ofertas equitativas. Sanfey y sus colegas interpretan la actividad de la región ACC como el reflejo de la competición que una oferta no equitativa causa entre los procesos cognoscitivos (maximizar las ganancias) y emocionales (querer rechazar la oferta). Por otra parte, otros estudios pusieron de manifiesto que la región DLPFC se ha asociado con el mantenimiento de un objetivo en curso (Miller y Cohen, 2001, citados en Sanfey *et al.*, 2003) y por eso Sanfey *et al.* interpretan la activación de esta región como reflejo de la voluntad de mantener el objetivo en curso, es decir, de hacer más dinero posible en el juego del ultimátum. Por fin, la región bilateral previo (ínsula derecha e izquierda) se

ha asociado, en particular, a emociones negativas como la cólera y la aversión (Philips *et al.*, 1997 ; Damasio *et al.*, 2000 : citados en Sanfey *et al.*, 2003). Durante su experimentación, Sanfey *et al.* pidieron a sus participantes completar 30 rondas del juego del ultimátum (diez con distintas personas, diez con un ordenador y diez controles)³². Cada una de las rondas duraba 36 segundos. Antes de que la oferta del socio esté revelada, una fotografía aparecía a una pantalla para mostrar con quien se hermanaba al participante (o una persona, un ordenador o una rueda) (véase figura 3.6). Sanfey y sus colegas observaron resultados comportamentales bastante similares a lo que se tuvo en cuenta en otros estudios: el tipo de aceptación se correlacionaba negativamente con el grado de iniquidad de las ofertas. Es interesante tener en cuenta que el comportamiento de los jugadores difería según que recibieran una oferta no equitativa por parte de un otro jugador o del ordenador. El rechazo era más elevado significativamente cuando la oferta procedía de un ser humano.

Figura 3.6: Ronda típica del juego del ultimátum y resultados comportamentales

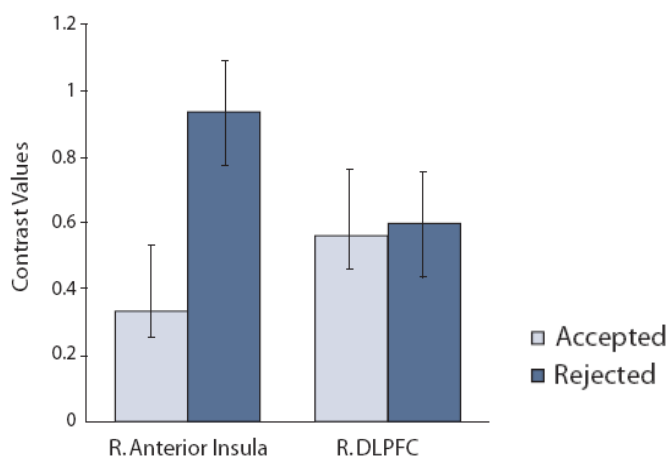


Fuente: Sanfey *et al.*

³² Las ofertas efectuadas por los humanos obedecían en los hechos a un algoritmo predeterminado que era similar para el ordenador. Los controles permitían ver la reacción cerebral causada por una ganancia monetaria sin interacción social.

La activación de las tres regiones de interés, a raíz de una oferta no equitativa, indica que estas son no sólo sensibles al importe de dinero propuesto, sino también al contexto (recibir una oferta no equitativa por parte de un socio humano). Por a otra parte, resulta de esta experimentación que la activación de la región de interés, el DLPFC, que se supone ser el vínculo con la voluntad de maximizar las ganancias monetarias, no se correlaciona significativamente con el tipo de aceptación de las ofertas no equitativas. Si esta región por sí sola no puede permitir prever el comportamiento, los autores sugieren mientras que pueda sin embargo ser en competición con las otras regiones para el control de la decisión. Esta es la razón por la que compararon la activación de esta región con la del insula³³. Sus resultados indican que si la actividad en el insula es mayor que la observada en el DLPFC derecho, se rechaza la oferta. Y cuando es la actividad en el DLPFC derecho que es relativamente más elevada, las ofertas se aceptan (figura 3.7).

Figura 3.7: Competición entre razón y emociones para el control del comportamiento en el juego del ultimátum



Fuente: Sanfey *et al.*

³³ Parte del sistema sensorial interoceptivo, que controla cómo percibe el cuerpo sus necesidades y estados fisiológicos.

3.3) Reciprocidad fuerte y consideraciones evolucionistas

Utilizando las tecnologías FMRI para delimitar las distintas facetas del comportamiento económico, el estudio de Sanfey *et al.* sugiere que se puede definir y demostrar el papel desempeñado por las emociones en una decisión económica. Según ellos, las emociones y sus dimensiones biológicas deben incorporarse al análisis de la decisión económica.

Las funciones de utilidad social utilizadas como herramientas de análisis por los economistas comportamentales podrían ser enriquecidas por las búsquedas de la neuroeconomía. Los juegos de la confianza y el dilema del preso permitieron conectar el cerebro al concepto de reciprocidad positivo; recibir el recíproco de alguien en quien se tiene confianza estimula regiones del cerebro asociadas al circuito de la recompensa. Es esta gratificación que impulsa a continuación a la gente a repetir la experiencia de la cooperación. Pero los resultados del juego del ultimátum, nos permiten incorporar otra dimensión a las preferencias sociales, la de los “castigos altruistas”³⁴. Previamente destacamos que la reciprocidad negativa puede limitar los intercambios. Colocados en algunos contextos, mucha gente va a rechazar sumas monetarias, aunque eso les es nocivo (Loewenstein, 1996). El juego del ultimátum y numerosos comportamientos económicos ilustran muy bien esta idea. Recientes investigaciones podrían permitir incluir por qué la gente tiene tales motivaciones de actuar así. De Quervain *et al.* (2004)

³⁴ Pedimos prestada la interpretación de De Quervain *et al.*, 2004. La definición biológica del castigo altruista implica que un acto es costoso para la persona que castiga pero beneficioso para el conjunto del grupo. El altruismo se define aquí en términos de sus consecuencias, y no según cualquier voluntad pendiente el bien. La definición psicológica o filosófica sugiere que las motivaciones de castigos altruistas no estén orientadas por la satisfacción hedonística. Los resultados de investigaciones de De Quervain *et al.* sugieran que la definición de un castigo pudiera ser altruista al sentido biológico pero no al sentido psicológico.

utilizaron el juego de la confianza con posibilidad de castigar la otra consecuencia a una defección. Pudieron observar que la acción de castigar activaba algunos circuitos neuronales conectados al circuito de la recompensa. Castigar al tramposo, vengarse sería, en término neurológico, una actividad gratificante. En su experimentación, De Quervain *et al.* destaca la activación del striatum³⁵ (más concretamente del núcleo caudado) en un acto punitivo. Esta región se asoció previamente a la anticipación de una gratificación. En este contexto, el castigo del otro sería una acción gratificante que causaría pues una satisfacción anticipada. Es interesante tener en cuenta que estos resultados conectan a las causas proximales del comportamiento los recientes modelos de preferencias sociales.

Cuando las causas proximales del comportamiento se asocian a decisiones de naturaleza económica, se vuelve natural integrar al análisis consideraciones evolucionistas. Los vínculos entre la biología, la evolución y la economía son crecientes pero no son tan recientes. Se reconoció que Malthus y Adam Smith habrían ejercido sobre la obra de Charles Darwin una verdadera influencia (Robson, 2001). Las ciencias cognoscitivas y la psicología evolucionistas reconocen generalmente como ancestral un mecanismo que explica a la vez los comportamientos humanos y el de otros primates (Chen *et al.*, 2005)³⁶. Es interesante destacar que la aversión a la desigualdad se observó

³⁵ Es una parte del cerebro compuesta por el núcleo accumbens, el núcleo caudado, el putamen, y el globo pálido. Se divide en "estriado ventral" y "estriado dorsal."

³⁶ Durante una fascinante serie de experimentaciones, Chen *et al.* (2005) pudieron poner de manifiesto que los monos capuchinos poseían las mismas inclinaciones que los observados en los humanos. Las elecciones de los monos reflejaban, en particular, una sensibilidad al efecto de encuadre y a la aversión a la pérdida. Según los autores, estas preferencias serían pues innatas.

recientemente en monos capuchinos. Durante su experimentación, Brosnan y De Wall pusieron de manifiesto que cuando un mono (*Cebus Apella*) obtenía menos que otro después de haber trabajado lo mismo para la obtención de una recompensa *-o también peor cuando obtenía menos mientras que el otro mono no había hecho ningún esfuerzo para merecer una mejor recompensa-* su reacción se volvía muy emocional y podía rechazar un intercambio que él con todo previamente había aceptado cuando estaba solo. En otras palabras, prefería no consumir del conjunto cuando percibía haber tratado injusto. Contrariamente a otros primates caracterizados por jerarquías despóticas, los monos capuchinos se reconocen por su cooperación y su división de comida; parecen, muy como los humanos, medir sus recompensas en términos relativos; comparan su nivel de esfuerzo y sus ganancias en función de los de los otros.

3.4) Psicología evolucionista y modularidad

Las profundas estructuras del comportamiento humano están incluidas en los tres caracteres distinguibles: el orden interno del espíritu, el orden externo de las interrelaciones sociales, y el orden ancho de los mercados (Smith, 2004). Cada uno de estos órdenes forma un sistema complejo que refleja la evolución biológica y cultural. El orden interno del espíritu releva de las estructuras neurobiológica del ser humano. Son estas estructuras que son objeto de investigaciones de las neurologías. El orden externo de las interrelaciones sociales fue objeto de investigaciones en la economía experimental, especialmente en laboratorio en caso de transacción anónimos. Resulta de estos estudios que este orden es controlado por la reciprocidad (positiva y negativa).

Como estas observaciones se indicaron en varios países y culturas distintas, permiten la elaboración de hipótesis que pueden orientar las búsquedas de la neuroeconomía. La evolución humana se construyó sobre la evolución ya realizada por los primates, en particular por los homínidos (Eccles, 1992). La lengua y la socialización se presuponen haber evolucionado durante los dos o tres millones de años a los cuales los homínidos evolucionaron como cazador-cosechadores. Es durante este período que nuestros antepasados habrían desarrollado mecanismos de intercambios sociales en los cuales se encontraban la asistencia, los favores y la división de comida. Esta evolución no habría dejado de tener consecuencias sobre el orden interno del espíritu. Heredados instintos de solidaridad y altruismo, genéticamente, habrían servido para reforzar la cooperación de los miembros del grupo (Hayek, 1988) y a favorecer eventualmente la aparición espontánea de los mercados. Es plausible creer que las fuertes emociones adjuntas a desigualdad formarían parte de este equipaje prehistórico.

La división de las frutas de la caza implica un intercambio intertemporal peligroso; cuanto más la variación de las ganancias de la caza es elevada, más la división de comida se vuelve ventajosa. Pero en un mundo sin moneda, un favor podría no honrarse. Desarrollar un juicio sobre quien deben, o no debe ser digno de confianza se convierte en entonces un mecanismo de supervivencia. Algunas investigaciones sugieren la existencia de un módulo de “detección del tramposo” (Cosmides y Tooby, 1997). Este módulo habría acompañado el desarrollo de la inteligencia social.

3.5) Conclusión

La teoría de los juegos puede considerarse como una herramienta de las neurologías que permite analizar el comportamiento humano en algunas consideraciones estratégicas y dinámicas. Al predecir las interacciones entre individuos inteligentes, la teoría de juegos permite estudiar al cerebro fuera de un marco estático, esto que corresponde muy a menudo al estado de la naturaleza. La utilización de esta herramienta conceptual permite a los investigadores de neurologías estudiar comportamientos que nunca habrían podido analizar en un paradigma estímulo-respuestas.

Las observaciones hechas posibles por la economía experimental, más concretamente por la teoría comportamental de los juegos, y que pusieron en entredicho las hipótesis de maximización, egoísmo y racionalidad, también fueron objeto de estudios de las neurologías. Resulta de estos estudios que los comportamientos altruistas observados en laboratorio tendrían una base biológica. Las propiedades de un organismo como el cerebro refleja las tareas que tuvo que realizar durante su evolución. Como el cerebro evolucionó durante millones de años, se sugiere incorporar al análisis del comportamiento económico sus justas partes de consideraciones evolucionistas. Así, sería más fácil incluir por qué algunos comportamientos son a veces irracionales y mal adaptados a las exigencias contemporáneas de nuestras economías. La reciprocidad, que sea positiva o negativa, sería la herencia de un carácter antiguo. Mientras que la evolución biológica es muy antigua, las exigencias contemporáneas del orden ancho de los mercados son por el contrario muy recientes. En sí, eso puede crear confusiones y

tensiones. Debido a sus recientes descubrimientos, la neuroeconomía corrobora la teoría comportamental de los juegos, y conserva *-por objetivo último-* la comprensión del comportamiento económico.

CONCLUSIÓN

Desde el principio de los años 2000, el encuentro entre investigadores resultantes de la neurología, de la psicología y la economía, permitió iniciar la aparición de una nueva disciplina: la neuroeconomía. Las recientes proyecciones de las neurologías y de la neuroeconomía demostraron que los enfoques económicos que solamente se basan en procesos de deliberaciones conscientes y racionales fueran incompletos. Para tener en cuenta estas lagunas, economistas comportamentales y neuroeconomistas sugieren incluir a las teorías económicas las dimensiones automáticas y emocionales de los procesos de toma de decisiones (Camerer *et al.*, 2003, 2004, de 2005; Sanfey *et al.*, 2003). Investigaciones recientemente emprendieron el establecer las circunstancias en que unos u otro de estos procesos entren en acción, con el fin de establecer sus corolarios cerebrales. Ayudado de herramientas de las neurologías, es ahora posible comprender mejor lo que inicia la acción o la decisión económica. Se pueden así agrupar fenómenos que se creía diferente y separar otros que se creía similar, en particular, porque las preferencias pueden ser deliberados o implícitos.

Este enfoque neuroeconómico no habría podido ser posible sin la evacuación previa, en el seno de las neurologías, de un paradigma « béhavioriste » que sólo permitía analizar la decisión en un marco estímulos-respuesta (Glimcher, 2003, 2004). Para comprender mejor el cerebro, es necesario buscar saber lo que pretende realizar y por eso la teoría microeconómica interesa a los investigadores de las neurologías.

Herramientas analíticas como la utilidad subjetiva, la esperanza de la utilidad, la teoría de los juegos y el equilibrio de Nash, llamaron la atención de estos investigadores que los incorporaron con entusiasmo a su metodología; y el hecho de trabajar con estas nuevas bases conceptuales ha permitido comprender mejor el funcionamiento del cerebro (Platt y Glimcher, 1999). Que algunos investigadores resultantes de las neurologías puedan interesarse por las teorías económicas no pueden indudablemente ser considerados como un fenómeno banal. Que estos investigadores lleguen también a corroborar biológicamente, estas herramientas de la teoría económica debería interesar a todos los economistas. Pero en realidad, lo que está en juego a nivel último de la neuroeconomía es bien mayor: permitir desarrollar una nueva teoría de la decisión que permitiría reducir la divergencia entre los enfoques normativos de la teoría económica y los enfoques descriptivos de la economía comportamental.

Es cierto que las intuiciones que se ocultaban detrás la utilidad, la esperanza de la utilidad o el equilibrio de Nash fueron validadas en parte por las neurologías, pero lo que importa aún más, son que otros trabajos de la economía comportamental, comenzaron a corroborar enfoques alternativos o complementarios. Así pues, los comportamientos antes observados por Maurice Allais y Daniel Ellsberg se originarían en la arquitectura del cerebro humano: los procesos cerebrales activados cuando una renta está certificada, no son los mismos cuando las dos opciones son dudosas (Dickhaut *et al.*, 2003) y la aversión a la ambigüedad tendría sus correlatos cerebrales

(Hsu y Camerer, 2004; Bechara *et al.*, 1997; O' Doherty *et al.*, 2001). Pero no es todo, otras investigaciones (Breiter *et al.*, 2001; Chen *et al.*, 2005; Knutson *et al.*, 2000) permitieron establecer corolarios cerebrales a la teoría prospectiva. Y la lista de las contribuciones de la neuroeconomía no se detiene allí: las preferencias reveladas (Berridge, 1999), las preferencias intertemporales (McClure *et al.*, 2004) y la teoría de los juegos (racional o comportamental) (Glimcher, 2002; Wilson *et al.*, 2001) todas pueden ser estudiadas con ayuda de un enfoque neuroeconómico.

Es por otra parte especialmente interesante ver que recientes investigaciones permiten hoy probar algunas hipótesis relativas a los fundamentos biológicos de las preferencias sociales. Así, la reciprocidad y la confianza tendrían fundamentos fisiológicos que habrían favorecido, a través de las edades, los intercambios y la aparición de las economías humanas. ¿Los economistas podrán permitirse ignorar estos descubrimientos? En realidad, algunos economistas ya comenzaron a integrar a sus propias investigaciones algunas proyecciones de las neurologías; así –*seguramente*– aumentaron el grado de realismo de su modelización económica (Bernheim y Rangel, 2002; Laibson, 2001). Así, la neuroeconomía ya comenzó a influir a los teóricos de la economía. En resumen, la neuroeconomía, al conectar las causas proximales y últimas del comportamiento y al reducir así la divergencia entre los enfoques normativos y descriptivos, pretende al fin y al cabo sentar las bases de una nueva teoría de la decisión económica.

Se sabe que la historia de la economía se ha caracterizado por toda clase de tensiones entre el enfoque normativo de maximización racional de la utilidad y el enfoque descriptivo de observaciones hechas en laboratorio. ¿La neuroeconomía podría permitir finalmente reducir estas tensiones? La neuroeconomía es una ciencia muy joven que evoluciona muy rápidamente y que suscita bastante de entusiasmo. Para los investigadores de las neurologías, ofrece nuevas herramientas conceptuales que permiten estudiar el cerebro al interior de otro paradigma; para los psicólogos y los economistas comportamentales, es una consecuencia lógica de sus observaciones empíricas, puesto que el comportamiento se origina necesariamente a partir del cerebro y no a partir de abstracciones matemáticas. Por fin, puesto que la neuroeconomía utiliza el cerebro como herramienta de análisis, incorpora inevitablemente consideraciones evolucionistas que podrían permitir comprender mejor por qué el comportamiento se aleja a menudo de la racionalidad sustantiva, y por qué el ser humano parece así a menudo tirado entre el orden interno del espíritu, el orden externo de las interrelaciones sociales y el orden ancho de los mercados.

Así pues, después la economía, la psicología o las ciencias sociales, la lista de las disciplinas científicas que estudian las interacciones sociales cuentan en adelante la neuroeconomía. Esta última adición a la familia de las ciencias comportamentales resulta en primer lugar de la posibilidad relativamente reciente de registrar la actividad del cerebro de varios agentes que obran recíprocamente. Asistimos actualmente a una convulsión en la utilización de las técnicas de imágenes cerebrales en ciencias

comportamentales. La aparición de nuevas disciplinas académicas como las neurologías sociales y la neuroeconomía, los dos más activos, constituye una señal de este entusiasmo interdisciplinario. Modificar el comportamiento de un individuo con relación a otros al hacer respirar una droga, observar el cambio de estrategia en el cerebro de un participante a un juego de confianza o predecir la decisión comprar o no gracias a las imágenes por resonancia magnética funcional (IRMf), son tantos resultados que se multiplican en los estudios neurocientíficos y económicos más prestigiosos.

REFERENCIAS

- Allais, Maurice. 1953. “ El comportamiento del hombre racional delante del riesgo: crítica de los postulados y axiomas de la escuela americana”. *Econometrica*, vol.21.
- Bargh, John A. y Tanya L. Chartrand. 1999. “The Unbearable Automaticity of Being”. *American Psychologist*, vol. 54.
- Baron-Cohen, Simon. 1995. *Mindblindness: An Essay on Autism and Theory of Mind*. Cambridge (Massachusetts).
- Barracough, Dominic J., Michelle L. Conroy y Daeyeol Lee. 2004. “Prefrontal Cortex and Decision Making in a Mixed-Strategy Game”. *Nature Neuroscience*, vol 7.
- Baylor College of Medicine. 2005. ¿“What is fMRI? ». *Sitio Internet*: <http://www.bcm.edu/news/packages/trust-fmri.cfmt>, Houston.
- Bechara, Antoine, Hanna Damasio, Daniel Tranel y Antonio R. Damasio. 1997. “Deciding Advantageously Before Knowing the Advantageous Strategy”. *Science*, vol. 12.
- Bechara, Antoine. 2004. “The Role of Emotion in Decision-Making: Evidence from Neurological Patients with Orbitofrontal Damage ”. *Brain and Cognition*, vol. 55.
- Bechara, Antoine y Hanna Damasio. 2002. “Decision-Making and Addiction (parte II): Myopia for the Future or Hypersensitivity to Reward ”. *Neuropsychologia*, vol. 40.
- Becker, Gary y Kevin Murphy. 1988. “A Theory of Rational Addiction”. *Journal of Political Economy*, vol. 96.
- Bentham, J. 1789. 1948. *An Introduction to the Principle of Morals and Legislations*. Oxford: Blackwell.
- Berridge, Kent C. 1999. “ Pleasure, Pain, Desire, and Dread : Hidden Core Processes of Emotions ”. En D. Kahneman, E. Diener y AL (ED) *Well-Being: The Foundations of Hedonic Psychology*.
- Botvinick, M., L.E. Nystrom, K. Fissell, C.S. Carter y J.D. Cohen. 1999. “Conflict Monitoring Versus Selection-For-Action in Anterior Cingulate Cortex”. *Nature*, vol. 402.
- Breiter, Hans C., Itzhak Aharon, Daniel Kahneman, Anders Dale y Peter Shizgal. 2001. “Functional Imaging of Neural Responses to Expectancy and Experience of Monetary Gains and Losses”. *Neuron*, vol. 30.
- Brickman, Philip, Dan Coates y Ronnie Janoff-Bulman. 1978. “Lottery Winners and Accident Victims: Is Happiness Relative? ». *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 36.
- Brosman, S. y F. de Waal. 2003. “Monkeys Reject Unequal Pay”. *Nature*, vol. 425.
- Bush, G., P. Luu, y M.I. Posner. 2000. « Cognitive and Emotional Influences in Anterior Cingulate Cortex ». *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 4.
- Cabanac, Sr. 1971. “Physiological Role of Pleasure. » *Science*, vol. 173.

- Caggiula, Anthony R. y Bartley G. Hoebel. 1966. "Copulation-Reward Site in the Posterior Hypothalamus" *Science*, vol. 153.
- Camerer, Colin F. 1989. "An Experimental Test of Several Generalized Utility Theories ». *Journal of Risk and Uncertainty*, vol. 2.
- Camerer, Colin F. 2003. *Behavioral Game Theory: Experiments on Strategic Interaction*. Princeton: Princeton University Press.
- Camerer, Colin F. 2004. ¿"What is neuroeconomics? ». http://www.hss.caltech.edu/~camerer/web_material/n.html
- Camerer, Colin F., G. Loewenstein y M.W. Weber. 1989. "The Curse of Knowledge in Economic Settings : An Experimental Analysis ". *Journal of Political Economy*, vol. 97.
- Camerer, Colin F. y T. Ho. 1999. "Experiencia Weighted Attraction Learning in Normal-Form Games". *Econometrica*, vol. 67.
- Camerer, Merluza F. y George Loewenstein. 2002. "Behavioral Economics: Past, Present, Future". *Mimeo*, División of Humanities and Social Science.
- Carter, Rita. 1999. *Mapping the Mind*. Berkeley, University of California Press: California.
- Charnov, E.L. 1973. « *Optimal Foraging: Some Theoretical Exploration* ». Tesis de Doctorado, Universidad de Washington: Washington.
- Cohen, Jonathan D. y Kenneth I. Blum. 2002 "Reward and Decision". *Neuron*, vol. 36.
- Cosmides, Leda y John Tooby. 1997. "Evolutionary Psychology: A Primer". *Mimeo*, Center for Evolutionary Psychology, Universidad Santa Barbara: California.
- Damasio, Antonio R. 1994. *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. Nueva York: G.P. Putnam.
- Damasio, Antonio. R. 2005. "Equipo de consejeros". *Naturaleza*, vol. 435, p. 571-572.
- Descartes, René. 1664 ; 1972. *Treatise on Man*. Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press.
- De Quervain, Dominique J.-F., Urs Fischbacher, Valerie Treyer, Melanie Schellhammer, Ulrich Schnyder, Alfred Buck y Ernst Fehr. 2004. "The Neural Basis of Altruistic Punishment". *Science*, vol. 305.
- Dickhaut, John, Kevin McCabe, Jennifer C. Nagode, Aldo Rustichini, y Jose V. Pardo. 2003. "The Impact of the Certainty Context on the Process of Choice". *Proceedings of the National Academy of Science*, vol. 100.
- Dorris, Michael C. y Paul W. Glimcher. 2004. "Activity in Posterior Parietal Cortex is Correlated with the Relative Subjective Desirability of Action". *Neuron*, vol. 44.
- Ellsberg, Daniel. 1961. "Risk, Ambiguity and the Savage Axioms". *Quarterly Journal of Economics*, vol. 75.

- Fehr, Ernst y Bettina Rockenbach. 2004. "Human Altruism: Economic, Neural, and Evolutionary Perspectives". *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 14.
- Fehr, Ernst y Urs Fischbacher. 2001. « Why Social Preference Matter : The Impact of Non Selfish Motives on Competition, Cooperation and Incentives ». "Nobel Symposium on Behavioral and Experimental Economics", Stockholm.
- Fiorillo, Christopher D., Phillippe N. Tobler, y Volframio Schultz. 2003. "Discrete Coding of Reward Probability and Uncertainty by Dopamine Neurons". *Science*, vol. 299.
- Gallistel, C.R., Peter Shizgal y J. Yeomans. 1981. "A Portrait of the Substrate for Self-Stimulation". *Psychological Reviews*, vol. 108.
- Gazzaniga, Michael S. y J.E. Ledoux. 1978. *The Integrated Mind*. New York: Pleno.
- Gazzaniga, Michael S., Richard Ibry y George R. Mangun. 1998. *Fundamentals of Cognitive Neuroscience*, Nueva York: Norton.
- Glimcher, Paul W. 2002. "Decisiones, Decisiones, Decisiones: Choosing tiene a Biological Ciencia apagado Choice". *Neuron*, vol. 36, p. 323-332.
- Glimcher, Paul W. y Aldo Rustichini 2004. "Neuroeconomics: The Consilience of Brain and Decision". *Science*, vol. 306.
- Gonzalez, Cleotilde, Jason Dana, Hidya Koshino y Marcel Just. 2005. "The Framing Effect and Risky Decision: Examining Cognitive Functions with fMRI". *Journal of Economic Psychology*, vol. 26.
- Jevons, William Stanley. 1871. *The Theory of Political Economy*. MacMillan and Co: Londres y Nueva York.
- Kahneman, Daniel. 2000. "Experienced Utility and Objective Happiness: A Moment Based Approach". In D. Kahneman y A. Tversky (ED), *Choices, Values, and Frames*, Cambridge: Cambridge University Cerca.
- Kahneman, Daniel. 2003. "Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics". *American Economic Review*, vol. 93.
- Kahneman, Daniel y Amos Tversky. 1979. "Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk". *Econometrica*, vol. 47.
- Kahneman, Daniel y Amos Tversky. 1984. "Choices, Values, and Frames". *American Psychologist*, vol. 39.
- King, Mare-Claire y Allan Wilson. 1975. "Evolution at Two Levels In Human and Chimpanzees". *Science*, vol. 189.
- Knutson, Brian, A. Westdorp, E. Kaiser y D. Hommer. 2000. "fMRI Visualisation of Brain Activity During a Monetary Incentive Delay Task". *Neuroimage*, vol. 12.
- Kosfeld, Michael, Markus Heinrichs, Paul J. Zak, Urs Fischbacher y Ernst Fehr. 2005. "Oxytocin Increases Trust in Humans ». *Nature*, vol. 435.

- Lieberman, M.D., R. Gaunt, D.T. Gilbert y Y. Trope. 2002. "Reflection and Reflexion: A Social Cognitive Neuroscience Approach to Attributional Inference". *Advances in Experimental Social Psychology*, vol. 34.
- Lopes, L.L. 1994. "Psychology and Economics: Perspectiva on Risk, Cooperation, and the Market Place ». *Annual Review of Psychology*, vol. 45.
- Loewenstein, G. y T. O' Donoghue. 2004. "Animal Spirits: Emocional and Deliberative Processes in Economic Behavior". *Mimeo*, Pittsburg: Carnegie Mellon University.
- MacDonald, A.W., J.D. Cohen, V.A. Stenger y C.S. Carter. 2000. "Dissociating the Role of the Dorsolateral Prefrontal and Anterior Cingulate Cortex in Cognitive Control". *Science*, vol. 288.
- Maynard Smith, John. 1982. *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge: Cambridge University Press.
- McCabe, Kevin. 2003. "Neuroeconomics". In *Encyclopedia of Cognitive Science*. New York: Macmillan Publishing, p. 294-298.
- McCabe, Kevin, Daniel Cubrir, Lee Ryan, Vernon Smith y Theodore Trouard. 2001. "A Functional Imaging Study of Cooperation in Two-Person Reciprocal Exchange". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 98.
- McClure, S.M., D.I. Laibson, G. Loewenstein y J.D. Cohen. 2004. "Separate Neural Systems Value Immediate and Delayed Monetary Rewards". *Science*, vol. 304.
- Mendelson, José. 1967. "Lateral Hypothalamic Stimulation In Satiated Rats : The Rewarding Effects of Self-Induced Drinking". *Science*, vol. 157.
- Montague, P. Read y Gregory S. Berns. 2002. "Neural Economics and the Biological Substrates of Valuation". *Neuron*, vol. 36.
- Montague, P. Read, Gregory S. Berns, J.D. Cohen, S.M. McClure, G. Pagnoni, Sr. Dhamala, M.C. Wiest, I. Karpov, R.D. King, N. Apple y R.E. Fisher. 2002. "Hyperscanning: Simultaneous fMRI during Linked Social Interactions". *Neuroimage*, vol. 16, n 4.
- Montier, James. 2005. "Neuroscience, and Investing : Investors as Dopamine Addicts ». *GRI Equity*, www.griequity.com, 20 de enero de 2005.
- Newsome, W.T., K.H. Britten et J.A. Movshon. 1989. "Neuronal Correlates apagado tiene a Perceptual Decisión". *Naturaleza*, vol. 341, p. 52-54.
- Nowak, M.A., K.M. Page y K. Sigmund. 2000. "Fairness Versus Reason in the Ultimatum Game". *Science*, vol. 289.
- Ochsner, K.N. y Matthew D. Lieberman. 2001. "he Emergence of Social Cognitive Neuroscience ». *American Psychologist*, vol. 56.
- Öhman, Arne. 2002. « Automaticity and The Amygdala : Nonconscious Responses to Emotional Face ». *Current Directions in Psychological Science*, vol. 11.

- Paulus, M.P., N. Hozack, B. Zauscher, J.E., McDowell, L. Frank, G.G. Brown *et al.* 2001. « Prefrontal, Parietal and Temporal Cortex Networks Underlie Decision-Making in the Presence of Uncertainty ». *Neuroimage*, vol. 13.
- Phillips, M.L., A.W. Young, C. Mayor, Sr. Brammer, C. Andrew, A.J. Calder, E.T. Bullmore, D.I. Perret, D. Rowland, S.C.R. Williams, J.A. Grey, y A.S. David. 1997. “A Specific Neural Substrate for Perceiving Facial Expressions of Disgust”. *Nature*, vol. 389.
- Platt, M.L. y Paul W. Glimcher. 1999. “Neural Correlates of Decision Variables in Parietal Cortex”. *Nature*, vol. 400.
- Powell, Kendall. 2003. “Economy of the Mind”. *Biology*, vol. 1.
- Premack, David y Guy Woodruff. 1978. “Does the Chimpanzee Have a Theory of Mind? ». *Behavior Brain Science*, vol. 1.
- Rabin, Sr. 1993. “Incorporating Fairness into Game Theory and Economics”. *American Economic Review*, vol. 85.
- Rainville, P., G.H. Duncan, D.D. Price, B. Carrier, M.C. Bushnell. « Pain Affect Encoded in Human Anterior Cingulate but Not Somatosensory Cortex ». *Science*, vol. 277.
- Rilling, James K., David A. Gutman, Thorsten R. Zeh, Giuseppe Pagnoni, Gregory S. Berns y Clinton D. Kitts. 2002. “A Neural Basis for Social Cooperation”. *Neuron*, vol. 35.
- Rubinstein, Ariel. 1985. « A Bargaining Model With Incomplete Information About Time Preference ». *Econometrica*, vol. 53.
- Rubinstein, Ariel. 1991. « Comments on the Interpretation of Game Theory ». *Econometrica*, vol. 59.
- Rustichini, Aldo, John Dickhaut, Paolo Ghirardato, Kip Smith y Jose V. Pardo. 2002. « A Brain Imaging Study of the Choice Procedure ». *Mimeo*, University of Minnesota, Minnesota.
- Sanfey, Alan G., James K. Rilling, Jessica A. Aronson, Leigh E. Nystrom y Jonathan D. Cohen. 2003. « The Neural Basis of Economic Decision-Making in the Ultimatum Game ». *Science*, vol. 300.
- Schneider, Horacio, Flavio C. Canavez, Iracilda Sampaio, Miguel Angelo M. Moreira, Claudia H. Tagliaro, Hector N. Seuanez. « Can Molecular Data Place Each Neotropical Monkey in its Own Branch ? ». *Chromosoma*, vol. 109.
- Schultz, W., P. Dayan y P. Read Montague. 1997. « A Neural Substrate of Prediction and Reward ». *Science*, vol. 275.
- Schultz, Wolframio. 2002. “Getting Formal with Dopamine and Reward”. *Neuron*, vol. 36.
- Shizgal, Peter. 1997. « Neural Basis of Utility Estimation ». *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 7.
- Shizgal, Peter. 1998. « On the Neural Computation of Utility: Implications from Studies of Brain Stimulation Reward ». *Mimeo*, *Center for Studies in Behavioral Neurobiology*. Montreal: Universidad Concordia.
- Shizgal, Peter y Andreas Arvanitogiannis. 2003. “Gambling on Dopamine”. *Science*, vol. 299.

- Simon, Herberto A. 1997. *Models of Bounded Rationality: Empirical Grounded Economic Reason*. Cambridge (Massachusetts).
- Smith, Kip, John Dickhaut. 2002. « Auction Structure, Heart Rate, and Neuroeconomic Behavior ». *Management Science*, vol. 48.
- Smith, Kip, John Dickhaut, Kevin McCabe y José V. Pardo. 2002. « Neuronal Substrates for Choices Under Ambiguity, Risk, Gains, and Losses ». *Management Science*, vol. 48.
- Smith, Vernon L. 2002. « The Experimental Economist ». Entrevistado por Mike Lynch y Nick Gillespie, *Reasononline*, 9 octubre 2002.
- Tooby, John y Leda Cosmides. 1990. « The Past Explains the Present : Emotional Adaptations and the Structure of Ancestral Environments ». *Ethology and Sociobiology*, vol. 11.
- Tversky, Amos et Daniel Kahneman. 1974. « Judgment Under Uncertainty : Heuristics and Biases ». *Science*, vol. 185.
- Tversky, Amos y Daniel Kahneman. 1981. « The Framing of Decision and the Psychology of Choice ». *Science*, vol. 211.
- Tversky, Amos y Daniel Kahneman. 1983. « Extensional Versus Intuitive Reasoning : The Conjunction Fallacy in Probability Judgment ». *Psychological Review*, vol. 90.
- Van Raij, W.F. 1999. "History of Economic Psychology". En Earl, P. y S. Kemp (ed). *The Elgar Companion to Consumer Research and Economic Psychology*, E. Elgar: Cheltenham.
- Von Neumann, J.V. y O. Morgenstern. 1944. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton (New Jersey): Princeton University Press.
- Wilson, T.F., D.J. Lisle, J.W. Schooler, S.D. Hodges, K.L. Klaaren y S.J. Lafleur. 1993. "Introspecting About Reasons Can Reduce Post Choice Satisfaction". *Psychological Bulletin*, vol. 19.
- Winkelman, Piotr, Kent C. Berridge y Julia L. Wilbarger. 2005. "Unconscious Affective Reactions to Masked Happy Versus Angry Face Influence Consumption Behavior and Judgments of Value". *Personality and Social Psychology Bulletin*, vol. 31.
- Wise, Roy A. 2002. "Brain Reward Circuitry: Insights from Unsensed Incentives". *Neuron*, vol. 36.
- Zink, Caroline. F., G. Pagnoni, G., Megan E. Martin-Skurski, J.C. Chappelow y Gregory S. Berns. 2004. "Human Striatum Response to Monetary Reward Depends on Saliency". *Neuron*, vol. 42.