

## **LA INCONSISTENCIA DE LAS ELECCIONES INTERTEMPORALES: UN ANALISIS DESDE LA NEUROECONOMIA**

*Federico Contiggiani\**

*enviado: Diciembre 2011 - aceptado: Marzo 2012*

---

### **Resumen**

Los modelos tradicionales de decisión en economía no incorporan los mecanismos participantes en el proceso de formación de la elección. En ciertos problemas las emociones juegan un rol fundamental. En particular, a partir del desarrollo de la neuroeconomía, se ha descubierto que las elecciones individuales intertemporalmente inconsistentes surgen como el resultado de la interacción de dos sistemas evaluativos, uno afectivo y otro deliberativo. En este artículo se presentan algunos modelos que analizan esta representación desde el enfoque de la psicología cognitiva, la neurobiología y la ciencia económica. Finalmente se presentan algunos desarrollos de modelos neuroeconómicos que buscan determinar cuáles modelos económicos de conducta individual poseen más respaldo por los principios cognitivos del comportamiento humano.

Clasificación JEL: D03, D87, D91

*Palabras clave:* neuroeconomía - economía del comportamiento - toma de decisiones intertemporales

### **Abstract**

The traditional models of decision making in economics do not consider the inner mechanisms that participates in the process of the choice formation. There are some economic problems where the emotions play a fundamental role. Particularly, since the development of neuroeconomics, it has been discovered that the inconsistencies in individual intertemporal choices arise as the result of the

---

\* Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur, Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur, CONICET, e. mail: fcontigi@uns.edu.ar

interaction of two evaluative systems, one affective and another deliberative. In this article, there are presented some models that analyze this kind of representation from the optics of cognitive psychology, neurobiology and economic science. Finally, there are presented some developments of neuroeconomics models that look for distinguish which economic models of individual behavior are supported by the cognitive principles of human behavior.

*JEL Classification:* D03, D87, D91

*Keywords:* neuroeconomics- behavioral economics- intertemporal decision making

---

## INTRODUCCION

La aparición de la Neuroeconomía reabrió el debate sobre cuál es el objeto de estudio de la ciencia económica y cuáles son los límites que debe respetar en cuanto a qué metodología de investigación debe seguir, cuáles son las variables que debe observar en los modelos teóricos y en las investigaciones empíricas y fundamentalmente cuáles son las preguntas que el investigador de la ciencia económica se debe limitar a responder.

Con la publicación del artículo de Camerer et. al. (2005, CLP) se originó el debate entre los académicos que veían como un avance promisorio en la búsqueda de fundamentos para los modelos de conducta individual y aquellos que observaban un avance de la ciencia económica hacia un campo interdisciplinario que le implicaba desvirtuar la naturaleza de su objeto de estudio.

El artículo se distingue por ser uno de los primeros trabajos que introduce conceptos, métodos de investigación y resultados del campo de las neurociencias para estudiar problemas de comportamiento individual en economía. Los autores consideran que los avances en neurociencias alcanzarán otras disciplinas como ya ocurrió con la psicología cognitiva generando el nacimiento de la Economía del Comportamiento. En el caso de las neurociencias, su extensión a la economía se conoce como *neuroeconomía* y consideran que con su desarrollo se abrirá más aún la caja negra que resulta ser el individuo de los modelos económicos.

Según los autores, el impacto que tendrá esta nueva disciplina será el de generar cambios del tipo *incrementales* o en su caso extremo, cambios *radicales*. Por

cambios incrementales, se consideran los aportes que se pueden obtener a partir del conocimiento logrado en el estudio de la cognición humana, con el objeto de mejorar los modelos de comportamiento individual. Específicamente están pensando en las restricciones que se les debe imponer a las preferencias del individuo o a la función de utilidad para que así superen un ejercicio de contrastación con la conducta real del agente. Otro cambio en este sentido sería la incorporación de variables antes no consideradas al momento de modelar la conducta individual, por ejemplo en el caso de los modelos de adicciones, además de incorporar la complementariedad intertemporal de los consumos, se debe tener en cuenta el impacto que generan los estímulos ambientales que afectan el consumo (Redish et. al. 2008). En contraste, se entiende por cambios radicales a la construcción de nuevo modelos de comportamiento donde su diseño será guiado por los procesos reales que ocurren en el individuo cuando toma una decisión. Para entender cómo serían estos tipos de modelos debemos antes considerar que la conducta humana no siempre es el resultado de un proceso calculado de deliberación. No todas las decisiones surgen como resultado de un problema de optimización donde se pueden identificar adecuadamente las variables y ponderar costos y beneficios. Ciertas decisiones de los individuos surgen por efecto del hábito o de la experiencia obtenida en situaciones similares experimentadas en períodos pasados. Entonces, para definir los lineamientos en la construcción de los modelos debemos considerar la idea que el cerebro opera como un sistema de procesamiento de la información, donde la complejidad de su organización no puede simplificarse a un solo calculo como los realizados en los modelos económicos de toma de decisiones.

CLP (2005) explica en forma simplificada que en la determinación de la conducta de un individuo, participan diferentes procesos que se pueden clasificar en dos dimensiones. Primero, en una dimensión, se distingue entre los procesos automáticos y los procesos controlados. Esta clasificación es ampliamente conocida para el campo de la psicología cognitiva y su uso para la economía ya era mencionada en los trabajos de Daniel Kahneman como una fundamentación cognitiva de los sesgos de comportamiento (Kahneman, 2003). Los procesos cognitivos controlados se caracterizan por ser seriales, conscientes, de fácil recuperación por introspección, implican un esfuerzo para el individuo y son los que están vinculados con las funciones cognitivas superiores del individuo como son el poder de cálculo, lenguaje y el razonamiento lógico. Por su parte, los procesos automáticos operan en paralelo, no son susceptibles de monitoreo introspectivo y por ello, su ejecución no implica un esfuerzo para el individuo. Estos procesos se asocian a las reacciones espontáneas del individuo ante el efecto de algún estímulo como por ejemplo, las respuestas conductuales que desarrolla cuando experimenta el miedo.

En otra dimensión, la clasificación se divide entre procesos afectivos y procesos cognitivos. Los procesos afectivos no sólo se refieren a la definición coloquial de las emociones como estados sentimentales (ira, tristeza, satisfacción, entre otros), por el contrario las emociones son estados biológicos que presenta el organismo y participan en todas sus actividades vitales: como las sensaciones de hambre, sed y exaltación sexual (Rolls, 2007). Condicionan el juicio valorativo que el individuo hace cuando decide cada curso de acción a implementar (Damasio, 1994)<sup>1</sup>. Esta descripción que se hace en CLP no es muy clarificadora y hasta se confunde con la descripción de los procesos controlados. Una descripción más acertada sería la que simplemente asocie estos procesos con los de control y regulación de los procesos afectivos. Los procesos cognitivos se relacionan con la organización jerárquica en el cerebro de los diferentes centros que procesan los estímulos, el control de flujo de información entre circuitos y los procesos de integración de la información, cuando determinan el estado de situación en la que se encuentra el sujeto y define un curso de acción a adoptar (Miller and Cohen, 2001).

Desde la perspectiva de CLP, la teoría económica se ha enfocado solamente en las decisiones que involucran procesos cognitivos-controlados. Entonces hay una gran cantidad de conductas humanas que son de interés para la economía pero que no califican para ser estudiadas bajo la óptica de este subconjunto de procesos y sin embargo, la teoría económica los ha estudiado a la luz de sus modelos teóricos de comportamiento individual (preferencias racionales, optimización y análisis costo-beneficios). La clase de problemas económicos a los cuales estamos haciendo referencia comprende desde tópicos estudiados en teoría de la decisión (decisiones bajo riesgo, preferencias temporales y preferencias sociales) hasta problemas aplicados de economía de la salud (por ejemplo adicciones o planificación familiar), economía del crimen (por ejemplo corrupción), economía laboral (oferta laboral, fijación de salarios, diseño de esquemas de incentivos), finanzas (valuación de activos y decisiones de inversión) y desarrollo económico (decisiones de inversión en educación, formación de grupos asociativos de productores, decisiones de ahorro, etc.). A partir de los avances en la economía del comportamiento y recientemente en neuroeconomía, lentamente se han empezado a reformular los modelos utilizados en el análisis de estos tópicos, y se ha considerado incorporar nuevas formas funcionales en los problemas de optimización o bien nuevas variables (O'Donoghue and Rabin, 1996; Frederick et. al., 2002; Kahneman and Tversky, 1979; Fehr and Schmidt, 1999, Brocas and Carrillo, 2008, Benhabib and Bisin, 2005; Diamond and Vartiainen, 2007).

---

<sup>1</sup> El estudio de las emociones y su rol en la conducta humana componen todo un programa de investigación cuyo correcto abordaje merece un espacio que excede a los objetivos de esta tesis.

A pesar de esta buena recepción de los aportes de la neuroeconomía para el avance de la investigación económica; también existen grupos en la comunidad académica con posturas más conservadoras y renuentes a modificar el método de investigación que caracteriza a la teoría económica estándar. El discurso representativo de esta postura puede leerse en Gul and Pesendorfer (GL, 2008), donde se sostiene que la psicología y la neurociencia no pueden influenciarse mutuamente con la economía porque las tres disciplinas responden diferentes preguntas, miden diferentes variables y porque sus respectivos modelos se construyen sobre diferentes supuestos teóricos. Los autores afirman que los modelos económicos no son modelos de la mente humana por lo que la evidencia psicológica no es válida como instrumento de contrastación en economía. Si bien su postura es extrema al desconocer toda posibilidad de interacción entre las disciplinas que estudian el comportamiento humano, su discurso también exhorta a saber reconocer los límites de aplicabilidad de los modelos con contenido biológico. Puede ocurrir que el ejercicio de agregación de comportamientos pierda interés para la disciplina económica cuando se mezclan en un análisis; variables biológicas como neurotransmisores químicos y variables económicas agregadas, como por ejemplo tasas de crecimiento. Los modelos son herramientas del pensamiento que cristalizan ideas en sus supuestos y sirven para responder determinadas preguntas; pero no se puede suponer que un modelo con principios neurocognitivos contenga todos los mecanismos causales para poder que explicar fenómenos más globales, como por ejemplo el por qué existen economías que crecen a diferentes tasas, o las causas de una crisis financiera global.

El intercambio de conocimiento entre la teoría económica y las neurociencias ha sido en ambos sentidos. Como las neurociencias han demostrado tener herramientas útiles para dar respuesta a ciertos interrogantes que los modelos económicos fallan en explicar satisfactoriamente, la teoría económica, también, ha aportado a la neurociencias de modelos de decisión que sirven para analizar los mecanismos de comunicación entre los circuitos cerebrales (Glimcher, 2003; Glimcher et. al, 2005).

Entre los métodos de investigación que aplica la neuroeconomía, se distinguen los experimentos con neuroimagen donde se identifican los centros cerebrales correlacionados con las acciones y decisiones de los individuos, y las técnicas de modelización matemática del funcionamiento de los circuitos neuronales en el cerebro. Los modelos neurocomputacionales permiten abstraer los circuitos principales que participan en el proceso cognitivo que es objeto de investigación; y a través del estudio de la dinámica de una red neuronal puede entenderse cómo se determina la conducta estudiada que en nuestro caso resulta ser la toma de deci-

siones. Esta clase de trabajos de investigación son útiles para instrumentar como criterios de validación de los modelos económicos de comportamiento. Ante la presencia de varios modelos de decisión que capturan un mismo fenómeno conductual; los modelos de redes neuronales, al estar contruidos sobre principios biofísicos que rigen el funcionamiento del cerebro, permiten evaluar cuál de los estos modelos resulta tener un mayor respaldo biológico y entonces ser más factible su aplicación por parte de un individuo real.

En las próximas dos secciones se presentará un contraste del análisis de un mismo problema desde el enfoque de las áreas disciplinarias involucradas en el campo de la neuroeconomía. Con el objeto de ejemplificar como pueden interactuar los desarrollos en las áreas de las ciencias cognitivas (psicología cognitiva y neurociencias) y la economía, analizamos el fenómeno de autocontrol en la conducta de agentes económicos. En la sección I se analiza el modelo conductual usado en psicología cognitiva para estudiar este fenómeno mencionado; y se revisan los fundamentos neurobiológicos que explican la formación de la decisión en general y los mecanismos participantes en el procesamiento cerebral de un sujeto para desempeñar el ejercicio del autocontrol de su conducta. En la sección III, rescatamos los trabajos en la literatura económica que estudian la reversión de elecciones intertemporales a partir de la intervención de operadores de valuación de las opciones del problema de elección: uno asociado a la evaluación afectiva y otro vinculado con la evaluación cognitiva del problema.

## I. EL MODELO DE INTERACCION AFECTIVA-DELIBERATIVA: ANTECEDENTES EN PSICOLOGIA COGNITIVA Y NEUROBIOLOGIA

De la enriquecedora afluencia de trabajos teóricos, empíricos y de experimentación se pueden identificar líneas de investigación coincidentes entre la economía y las desarrolladas en otras disciplinas como las neurociencias y la psicología cognitiva. En una de estas directrices se puede relacionar los estudios desde la psicología cognitiva sobre la influencia de los afectos en las decisiones y los mecanismos de autocontrol de la conducta humana con los trabajos en teoría económica sobre el problema de inconsistencia intertemporal y la elección bajo incertidumbre. La idea que comparten estas investigaciones está basada en que la decisión tomada por un individuo se forma a partir de la presencia de una evaluación dual del problema que enfrenta, donde se contrastan una caracterización afectiva frente a una de origen racionalista del problema de elección.

En el campo de la psicología cognitiva, el *paradigma de la retribución postergada*<sup>2</sup> es ampliamente reconocido en los estudios sobre el autocontrol y el ejercicio de la voluntad. Se identifica por este paradigma a una prueba en la cual al sujeto se le presenta la elección entre dos alternativas: recibir un premio inmediatamente o soportar un período de espera luego del cual se le retribuirá con un premio superior al correspondiente a la alternativa inmediata. Este diseño experimental ha sido útil para identificar cuáles son las estrategias que ejerce un individuo para vencer la tentación de hacer realizable la gratificación en forma inmediata. Además, ha servido para conocer en qué condiciones del entorno el autocontrol se ejecuta con mayor debilidad.

Para analizar y comprender la información obtenida de los experimentos en función de los objetivos de estudio del proceso de autocontrol, Janet Metcalfe y Walter Mischel (M&F, 1999) desarrollaron un modelo al que llaman como *Modelo de Interacción Afectiva-Deliberativa*. Los autores postulan que un modelo conceptual del procesamiento de la información por parte de un individuo donde se identifican dos sistemas de procesamiento de los estímulos: uno “frío” (*cool*) o cognitivo el cual se especializa en el pensamiento y representación episódica y espacio-temporal compleja; y el sistema “caliente” (*hot*) que se especializa en el procesamiento emocional inmediato y responde a los impulsos afectivos activados por los estímulos a los que se expone al individuo.

La representación que los autores presentan para ambos sistemas es a través de dos redes paralelas, de las cuales una se especializa en el proceso afectivo y la otra en el procesamiento cognitivo del estímulo. Dentro de cada red, los nodos también se especializan en la activación de la red según el estímulo al que se enfrenten. La extensión de interconexiones en la red afectiva es reducida; es decir, que ante la activación de un nodo por el efecto de un estímulo percibido, automáticamente se ejecuta una respuesta sin mediar comunicación con otros nodos de la misma red. En cambio la red cognitiva está extensamente interconectada, no solo entre sus nodos, sino unidireccionalmente con nodos de la red afectiva.

La activación de nodos afectivos puede lograrse en ausencia de un estímulo externo, a través de la activación de nodos cognitivos específicos asociados a su contraparte afectiva. En el caso simétrico; en que primero se da la activación afectiva, ésta reacción es registrada mediante la activación de un primer nodo cognitivo con relación directa y de nodos cognitivos secundarios que se vinculan con éste pero no con otros nodos de la red afectiva paralela. Esta circularidad en

---

<sup>2</sup> Conocido también como el *Experimento del Malvavisco* (*Stanford Marshmallow Experiment*).

la interconexión es la que posibilita el ejercicio de un control regulatorio sobre la conducta, inhibiendo la automaticidad de acción del sistema afectivo en respuesta a los estímulos externos.

Según este modelo, la decisión individual de acción surge de la interacción comunicativa entre ambos sistemas. En particular, en el caso que el sistema cognitivo mantenga un plan de acción con un objetivo de largo plazo, la realización de este programa depende de lograr la inhibición de las órdenes emitidas por parte del sistema afectivo, principalmente cuando su activación es susceptible a estímulos que orientan a decisiones contrarias al plan establecido.

En el marco de este modelo, en el artículo se distinguen los mecanismos de autocontrol que se ejecutan en forma de estrategias de pensamiento y percepción con el fin de evitar que se active el sistema afectivo. Para ello se recurre a *estrategias internas* de pensamiento que implican la activación de nodos del sistema cognitivo. Una segunda clase de estrategias son las llamadas *externas*, las cuales consisten en debilitar los efectos de los estímulos o distraer la atención del individuo hacia estímulos no conflictivos con el plan de conducta establecido. Un factor importante sobre la capacidad del sistema cognitivo de ejercer control sobre el sistema afectivo es el grado de estrés al que se somete al decisor, ya que a niveles muy elevados, el sistema cognitivo pierde dominancia y se potencian las activaciones del sistema afectivo; imposibilitando que cualquier estrategia, ya sea interna o externa, resulte de utilidad para mantener el autocontrol. Desde una perspectiva económica la administración de los recursos cognitivos impone una limitante adicional al ejercicio efectivo de las estrategias de autocontrol que M&M no consideran, y es que al ejecutar las estrategias internas así como las externas el agente incurre en un costo cognitivo, el cual al compararse con los costos de ceder a la tentación del sistema afectivo puede resultar que sea altamente costoso y por lo tanto ineficiente ejecutar el autocontrol.

El modelo de sistemas afectivo/cognitivo mantienen una estrecha relación con el modelo neurobiológico del marcador somático desarrollado por Bechara and Damasio (B&M, 2005) y el cual integra las emociones en el proceso de toma de decisiones. La hipótesis del marcador somático describe como el cerebro codifica las experiencias sensoriales de cada elección. La codificación transcribe especialmente el *estado somático* que el organismo presentó en la elección; y la almacena en la memoria. Cuando el individuo se enfrenta a la misma elección, el aprendizaje no sólo le recordará cuál fue su decisión sino que, además el organismo recordará qué sensaciones percibió cuando se enfrentó a esa experiencia por primera vez.

B&M definen a una emoción como “(...) *los cambios de estados que se observan en el cuerpo y en cerebro humano, en respuesta a los contenidos específicos de la percepción actual o recordada, relativa a un objeto, momento, etc (...)*”. Estos estado fisiológicos es lo que llaman estados somáticos que comprenden cambios corporales internos (a nivel hormonal, cambio en frecuencia cardíaca, contracción muscular) como externos (expresión facial, reacción conductual, etc).

Los estados somáticos se desencadenan por medio de dos clases de *inductores*. Los llamados inductores primarios, que son estímulos innatos o aprendidos y que generaran estados emotivos de placer o aversión. Son las respuestas automáticas que realiza el individuo al enfrentarse a la experiencia o al conocerla por medio de un tercero. Por ejemplo, se cuenta como inductor primario la experiencia de encontrarse sorpresivamente con una serpiente en medio del campo. Por otro lado, los inductores secundarios, son las experiencias recordadas o imaginadas; por ejemplo, recuerdos de un inductor primario. El desarrollo normal de los inductores secundarios depende de un normal desarrollo de los inductores primarios; sin embargo, una vez ya formados los secundarios, pueden desempeñar su función aun cuando el procesamiento de los primarios sea defectuoso.

El procesamiento en el cerebro de cada tipo de inductor se realiza por núcleos diferentes. El desencadenante de los estados somáticos a partir de los inductores primarios se identifica con el núcleo amigdalino. En cambio, en el procesamiento de los inductores secundarios, es fundamental el rol ejercido por la corteza ventral-medial (VM)<sup>3</sup>.

Las señales de un estado somático generado por un inductor primario crea patrones de activación en el tronco encefálico y cortezas somatosensitivas, marcando un antecedente de reacción correspondiente al estímulo que lo generó. Enfrentarse nuevamente al mismo estímulo o evocarlo a través de la memoria por medio de inductores secundarios, reactivan el patrón de este estado somático, aunque su efecto es más débil y difuso que el de uno primario.

La corteza VM relaciona las categorías de eventos registrados en la memoria a través de las cortezas de asociación con las estructuras (efectoras) que ejecu-

---

<sup>3</sup>Otros núcleos del encéfalo participan en distintas etapas del desarrollo de un estado somático a partir de un inductor primario desde su activación en la amígdala. Estos incluyen al tálamo, cortezas sensoriales y de asociación de orden superior y su evocación a través de vías efectoras hasta la manifestación de la conducta de respuesta a este estímulo. Para una descripción más profunda se recomienda consultar Damasio (1994) y Bechara & Damasio (2005).

tan los estados somáticos y los patrones neurales (conscientes e inconscientes) que definen las sensaciones del mismo.

La activación de la amígdala por inductores primarios es un proceso rápido, automático y obligatorio. Para realizar su acción no se requiere de la mediación del pensamiento ni conlleva ningún costo. Estas características asocian al funcionamiento de la amígdala con el sistema hot/afectivo de M&M, identificando los nodos con los inductores desencadenantes.

Los estados somáticos generados por la acción de segundos inductores a través de la corteza VM, tienen un procesamiento más lento y deliberado que involucran procesos cognitivos de pensamiento y razonamiento que requieren un mayor tiempo de ejecución que la correspondiente a los inductores primarios. Aquí, nuevamente se resalta la asociación al modelo de M&M pero con respecto al sistema cool/cognitivo y las interconexiones definidas en la red. La jerarquización del procesamiento de la información en la corteza VM (B&M, pág. 357.), en particular las características abstractas de un problema de elección (dimensión del tiempo, materialización de pagos y frecuencias de sus realizaciones), determina que la transcripción de señales por segundos inductores a estados somáticos se diferencia en velocidad según el área de la corteza VM que los procese. La configuración neuronal (anatómica) de procesamiento de la información de esta corteza se puede relacionar con el grado de interconexiones presentes entre los nodos del sistema cognitivo del modelo de M&M.

En otra serie de experimentos desarrollados por McClure et. al (2004), donde los sujetos experimentales debían escoger entre dos alternativas monetarias: una cuya retribución era inmediata contra otra alternativa cuyo pago era mayor pero se realizaba en forma diferida en el tiempo, los autores lograron identificar en las imágenes de resonancia magnética funcional la existencia de dos sistemas neurales de activación predominante en la elección de cada tipo de alternativa. En el momento de la elección, la evaluación de cualquiera de las dos clases de alternativas evidencia la activación de la corteza prefrontal (dentro de la cual se encuentra la VM) y la corteza parietal. Sin embargo se observa una activación relativamente mayor cuando la elección final es de la alternativa de largo plazo. Para el caso en que el individuo finalmente escoge la alternativa inmediata, las áreas cerebrales relativamente más activas son los correspondientes al estriado ventral, la corteza orbitofrontal medial y la corteza prefrontal medial. Estas son estructuras límbicas clásicas asociadas con el procesamiento de las emociones y son altamente inervadas por el sistema dopaminérgico del mesencéfalo, relacionado con los mecanismos de recompensa de las acciones y la motivación en el comportamiento individual.

De la lectura de estos trabajos se manifiesta la existencia de dos sistemas mediando la formación de la elección; en particular, cuando se refiere a alternativas en diferentes espacios temporales o con diferentes grados de incertidumbre. Estos sistemas se identifican, uno con el procesamiento emotivo de los estímulos que caracterizan al problema de elección, y el otro con el procesamiento cognitivo involucrando procesos de razonamiento y asociación entre los estímulos percibidos y aquellos objetivos propuestos pero que se relacionan indirectamente con la decisión a tomar.

El problema en particular del ejercicio de la voluntad servirá como ejemplo para entender la dinámica entre estos sistemas. Supongamos que un individuo se propone dejar de fumar. Seguido a esta decisión, se le presenta la oportunidad de concurrir a una reunión social donde se encontrará con otros fumadores. Al evaluar si debe aceptar la invitación, el individuo podría responder automáticamente que efectivamente asistirá motivado por lo placentero que puede resultar la reunión. También podría ocurrir que considere que una vez en la reunión, le será más difícil respetar el plan con el que se comprometió, dada la experiencia de oportunidades pasadas en las que cedió a la tentación; y finalmente decida postergar la reunión hasta que considere que se siente preparado para enfrentar los estímulos ambientales que lo conducen a ceder a la tentación de volver a fumar. La elección definitiva dependerá de cual evaluación es la que predomine. Este tipo de problemas de decisión pueden analizarse en el marco de los modelos antes revisados, ya sea por el modelo psicológico de M&M o por los modelos neurobiológicos de sistemas duales de valoración.

A continuación, en la siguiente sección, se presentarán algunos modelos económicos de comportamiento individual que han considerado la interacción entre el sistema afectivo y el deliberativo en un problema de decisión.

## II. LA DUALIDAD AFECTOS/COGNICION EN LOS MODELOS ECONOMICOS

Uno de los primeros trabajos de economía en incluir dos sistemas en conflicto para analizar el problema particular del autocontrol es el trabajo de Thaler and Shefrin (T&Sh, 1981). El conflicto se presenta entre las dos personalidades componentes del individuo: el *planificador* y el *ejecutor*. El bienestar del *planificador* se deriva de todo el sendero de consumo que se construye a partir de las elecciones de los agentes ejecutantes de cada período a lo largo de toda su vida. Por el contrario, el *ejecutor* es un individuo miope que percibe utilidad del consumo escogido en el período en el que él actúa.

El *planificador* solo influye sobre la voluntad de los *ejecutores* de cada período a través de dos tipos de técnicas según el grado de libertad de acción que les permita: (1) le otorga libre discrecionalidad de elección pero opera alterando las preferencias del ejecutor; o (2), reduce la discrecionalidad del ejecutor actuando sobre sus incentivos al afectar sus pagos posibles. Un supuesto importante que los autores consideran es que el ejercicio del autocontrol es costoso, lo cual lo miden en términos de utilidad.

En el primer caso, el planificador modifica el bienestar del ejecutor en cada período a través de un parámetro que incorpora en su utilidad. Una vez que fija el valor de este parámetro, según sus objetivos; permite que su otra personalidad de cada período actúe discrecionalmente, dado que ellos escogerán los niveles de consumo que optimicen el bienestar de largo plazo. Por el contrario, si el planificador reduce el nivel de discreción del ejecutor, las técnicas que puede aplicar consisten en que el planificador realice directamente la elección, que fije nuevas restricciones según los objetivos del plan o que altere las valuaciones objetivas del consumo. Otra técnica es la de imponer reglas que restringen las oportunidades del agente de corto plazo, como asumir compromisos antes de que éste actúe obligando a responder por ellos. Los dos tipos de técnicas se diferencian en que en el primer caso, el ejecutor es consciente del costo psicológico de responder a un objetivo de largo plazo; mientras que en el segundo grupo, al restringir sus alternativas, este costo se incorpora como restricción.

El autocontrol ejercido mediante reglas no permite analizar en el modelo, cómo afectarían factores como el estrés o la complejidad de la elección sobre el comportamiento de las personalidades y en última instancia del individuo. Otra observación a realizar, es que en este modelo no hay interacción en condiciones de igualdad entre el planificador y el ejecutor. El planificador define qué estrategia seguirá y se la impone al agente de corto plazo. Esta condición no permite observar los límites del autocontrol en el proceso de decisión.

Fudenberg and Levine (2006) desarrollan un modelo que plantea el conflicto entre personalidades por medio de un juego en el que participan dos jugadores: una personalidad paciente de largo plazo y una personalidad miope. En principio ambos jugadores poseen las mismas preferencias sobre los pagos del juego. En una primera etapa, la personalidad de largo plazo puede elegir modificar las preferencias de la personalidad de corto plazo a modo de autocontrol pero a costa de sufrir una reducción en la utilidad; finalmente en la segunda etapa el agente de corto plazo termina el proceso tomando una decisión.

Uno de los resultados que logra este modelo es el de generalizar modelos más simples de inconsistencia intertemporal, como por ejemplo los modelos de descuento cuasi-hiperbólico que explican por qué los agentes sobreinvierten en activos líquidos con objeto de restringir alternativas de consumo. Considerando algunas extensiones, la inclusión de una función convexa de costo correspondiente al ejercicio de autocontrol captura los resultados hallados en los experimentos<sup>4</sup> sobre el efecto de la carga cognitiva en el control de la voluntad. Al permitir que el costo marginal del autocontrol crezca a medida que se reduce la disponibilidad de recursos cognitivos para manipular su voluntad, se produce una reversión en el ordenamiento de alternativas a medida que se sobrecarga la capacidad de procesamiento cognitivo.

A pesar de sus ventajas explicativas, este modelo tampoco consigue caracterizar la interacción entre los dos sistemas como un ejercicio de competencia entre ellos, donde a priori ninguno posea el control sobre el comportamiento del individuo, y que que la decisión entre las alternativas sea determinada por aquel sistema que domine al otro en la valoración de su opción escogida.

Existen dos trabajos que plantean esta inquietud de representación de ambos sistemas compitiendo en igualdad de condiciones y no respondiendo a un orden jerárquico establecido entre ellos. El primero es el correspondiente a Benhabib and Bisin (B&B, 2005); en el cual se plantea un modelo de decisión de planes de consumo y ahorro, que incorpora mecanismos de compromisos internos y de autocontrol. La elección de los agentes se genera de la relación entre dos mecanismos, uno de procesamiento automático e impulsivo que responde a las tentaciones; y el otro de procesamiento controlado que induce al agente a alcanzar un objetivo de consumo preestablecido para el largo plazo. La decisión final depende de los pagos futuros esperados resultantes de la decisión de cada uno de los sistemas.

La dinámica de decisión de los individuos se caracteriza por el intercambio entre un consumo excedido e inmediato y un consumo regulado por la implementación de una regla de autocontrol. Los impulsos o tentaciones se derivan de shocks aleatorios que afectan su elección en cada período. El comportamiento vía

---

<sup>4</sup> Estos experimentos aparecen en Shiv & Fedorikhin (1999); en los cuales se divide al grupo de sujetos en dos subgrupos, a los cuales a uno se les pide memorizar un número de siete dígitos y mientras que al otro se les asigna una tarea similar pero con un número de dos dígitos. Mientras mantienen el número en su memoria deben realizar la elección entre una porción de torta y una fruta. Los sujetos con la tarea del número de siete dígitos escogió la torta un 63% de las veces contra el 41% de las veces que lo escogió el grupo del número de dos dígitos.

autocontrol requiere que el agente se mantenga enfocado en la consecución del objetivo que la regla de consumo-ahorro ha fijado. Cuanto mayor sea el costo en utilidad implicado por ceder a la tentación, mayor será la fuerza con la que se aplicarán los mecanismos inhibitorios en respuesta a los impulsos a sobreconsumir. Sin embargo, el agente puede permitirse ceder a tentaciones que no comprometan los objetivos de su plan de consumo. Esta característica diferencia a este modelo del resto de los presentados hasta ahora, en los cuales la conducta impulsiva nunca se observaba si ocurría que se mantenía el autocontrol. En este caso, el agente puede ceder a exceder la regla de consumo regulado, aunque está en conocimiento que ceder a los impulsos lo predispone a no controlarse ante tentaciones futuras y quizás finalmente termine alejándose del plan óptimo de consumo de largo plazo.

La decisión entre qué proceso guiará la elección depende del costo asociado al mecanismo de autocontrol. Siempre que el costo en utilidad por desviarse del plan de consumo no supere al implicado por el uso del mecanismo regulador de la voluntad, entonces el proceso automático será el que determine el sendero de consumo. Entonces, puede observarse que no todas las tentaciones serán evitadas debido a que esta actividad implica un costo.

Además de la demostración de existencia de un plan de consumo óptimo, el modelo logra demostrar otros tres resultados importantes: (1) un agente al enfrentarse a grades tentaciones en el futuro, reaccionará ejerciendo el autocontrol más frecuentemente pero a su vez consumiendo una fracción mayor de su ingreso; aun estando bajo control debido a una caída del valor esperado del plan de consumo; (2) un mayor costo de ejecución del autocontrol, reduce el valor futuro esperado del plan de consumo al reducir la propensión marginal a ahorrar; y por ello incrementar el consumo marginal; y (3) cuánto más sobrecargada esté la capacidad cognitiva de agente; ejercerá menos frecuentemente su autocontrol, y por ello consumirá una gran fracción de su riqueza en cada período. Por otro lado, revelará preferencia por objetivos de consumo simples antes que otros más complejos; es decir, siempre preferirá metas de consumo constantes antes que una que sea variable con la tasa de retorno sobre los ahorros.

Mediante el uso de herramientas comunes en el análisis económico de las decisiones, como lo es la optimización dinámica, este trabajo ha logrado traducir un problema de estudio psicológico y neurobiológico a un contexto económico con resultados muy útiles para el problema de inconsistencia intertemporal.

El segundo de los trabajos que considera la competencia entre la evaluación emotiva y la cognitiva en la toma de decisiones es artículo de Loewenstein

and O'Donoghue (2004). Este modelo es una versión estática del problema presentado por B&B, y al igual que en ese trabajo la decisión se determina entre dos sistemas, uno cognitivo o de largo plazo y otro afectivo o miope. El sistema afectivo es automático, y sólo se preocupa por las realizaciones de pagos inmediatos. En cambio, el sistema cognitivo evalúa sus opciones según toda la corriente de pagos que otorga cada alternativa.

A diferencia de B&B, cada sistema se representa por una función de bienestar distinta. El sistema afectivo se resume en una función de motivación que en sus argumentos solo considera los aspectos afectivos más importantes; por ejemplo en el caso de consumo intertemporal, solo tiene en cuenta los pagos inmediatos; y en el caso de elección bajo riesgo, los premios con mayor certeza. El sistema cognitivo se asocia a la función de utilidad clásica del agente económico, donde considera todos los pagos involucrados en los problemas de elección.

Estas funciones de bienestar presentan óptimos distintos y en la medida que la elección final se acerque a uno de ellos; el sistema al que corresponde es el que dominará en la elección. Entonces la decisión se plantea como un problema de minimización de los costos agregados por apartarse de los óptimos escogidos por cada sistema. El costo asociado por no escoger el óptimo afectivo se pondera por el esfuerzo realizado en control de la voluntad. Si bien este modelo es menos práctico que el de B&B para su aplicación en problemas económicos específicos; tiene la ventaja atractiva de generalizar en sus aplicaciones a los modelos de descuento cuasi-hiperbólicos y al modelo de elección bajo riesgo de la Teoría Prospectiva de Kahneman y Tversky (Kahneman and Tversky, 1979).

Los modelos hasta aquí revisados están basados en la idea de dos procesos de evaluación distintos que compiten en cada elección. Según qué modelo se considere reciben distintos nombres, pero sus características son comunes entre todos los artículos. Uno de los procesos, denominado “afectivo” es de acción automática y más rápida ponderando las alternativas según su grado de inmediatez, entendida como realización temporal o bien como realización más probable. El otro proceso llamado “cognitivo”, es de acción más lenta, deliberada y analiza las alternativas en un sentido más amplio relacionándolas con los múltiples objetivos que pueda tener el agente dentro de su plan de acción.

En la próxima sección proponemos un ejercicio de representación formal de los sistemas de valuación afectiva y cognitiva haciendo uso de instrumentos de modelización usados en neurociencia matemática y computacional; y la finalidad de dicha modelización es la de identificar en qué medida ambos sistemas de valuación deben diferenciarse estructuralmente para generar el problema de reversión de preferencias y falla de autocontrol.

### III. EL USO DE MODELOS NEUROCOMPUTACIONALES PARA EVALUAR LA FACTIBILIDAD BIOLÓGICA DE LOS MODELOS CONDUCTUALES EN ECONOMÍA

Las ideas presentadas por M&M y el funcionamiento de los dos sistemas de valuación se analizan en su artículo haciendo uso a partir de un modelo de dos redes neuronales; cada una de cuales representa a uno de los sistemas. La competencia entre estas dos redes genera como resultado un patrón de respuestas que se entiende como la elección final realizada. Los autores en su artículo hacen referencia a la relación que existe entre los dos sistemas de procesamiento que compone su modelo con algunos de los núcleos cerebrales mencionados y descriptos en la sección II. Entonces la modelización de los sistemas por redes neuronales y la esquematización de su funcionamiento inspirado en las mecanismos de comunicación de los centros de procesamiento cerebrales nos motiva a considerar que una formalización de dichos sistemas haciendo uso de las herramientas de modelización utilizadas en neurociencia computacional para explicar el funcionamiento del cerebro podrían proveernos de un instrumento para estudiar el fenómeno del autocontrol de la conducta y la reversión de preferencias intertemporales.

Como hemos podido observar en la sección III, la formalización de la conducta individual a partir de una función de utilidad o de la interacción entre más de una función de valuación, se ha inspirado en los resultados encontrados en los estudio de psicología y neurociencias. Este aporte desde las ciencias cognitivas hacia la economía, ha permitido un prolífico desarrollo de modelos que, aunque varían en su grado de validez descriptiva de los procesos reales que operan a nivel cognitivo, han logrado que el vínculo con las ciencias conductuales sea útil para el análisis de problemas propiamente económicos como las decisiones de consumo y ahorro. Sin embargo, se plantea la inquietud si todos los modelos son igualmente válidos para capturar el fenómeno conductual real (autocontrol e inconsistencia intertemporal) y si resulta que hay más de uno válido, pues cuál es el indicado para incorporar en los modelos económicos donde se quiere representar ese tipo de conductas individuales como un microfundamento para estudiar otros fenómenos económicos, como problemas de pobreza, consumo de bienes adictivos, decisiones de ahorro previsional, etc.

Siguiendo el objetivo de discernir cuál modelo económico de comportamiento individual posee un respaldo biológico en cuanto a la forma de representación de los sistemas de valuación, diseñamos dos modelos de red neuronal donde la formalización del funcionamiento de los nodos sigue una dinámica de comportamiento inspirada en la forma en que las neuronas operan en los centros cerebra-

les y en cómo se comunican entre sí durante el procesamiento de la información (Dayan & Abbott, 2005).

El primero de los modelos de red neuronal (Contigiani, 2007, Contigiani, 2010) posee un diseño simple que permite capturar la dinámica de interacción entre ambos sistemas de valuación de M&M, *cool* y *hot*; dónde la caracterización estructural de cada sistemas (grado de interconexión en cada uno, velocidad de reacción a los información o inputs del problema de elección) y su interconexión, sigue los supuestos enumerados por el enfoque M&M, pero en el cual los componentes de cada red poseen una descripción utilizando principios similares a los que se aplican a la descripción biofísica de la actividad de neuronas y redes neuronales (Dayan and Abbott, 2005). El objeto con el cuál fue diseñado este modelo de red es el de poder analizar la dinámica de interacción entre ambos sistemas *hot* y *cool*, durante el ejercicio de decisión y el desempeño del mecanismo de autocontrol de la conducta.

Aun cuando este modelo está construido sobre la base de la arquitectura descrita por M&M, la formalización es diferente dado que la contribución de nuestra modelización consiste en agregar una descripción dinámica al sistema. Entonces, en la red neuronal que adoptamos para representar cada sistema, los nodos e interconexiones poseen una dinámica asociada. El funcionamiento de cada nodo, indistintamente sea *cool* o *hot*, se describe por un modelo de su tasa de activación. Adoptando los modelos de tasa de activación neuronales, la actividad de un nodo de la red se explica por la integración de inputs externos ingresantes al nodo y la actividad transmitida por otros nodos que se conectan a él.

Para capturar el problema de autocontrol y de cambio en las decisiones fue necesario definir un paradigma de elección dónde se identificó la elección acertada y qué situación se interpreta como un desvío de la elección óptima. Para este objetivo, se planteó que la decisión adoptada por el sistema cognitivo siempre será la acertada y que el sistema emotivo puede coincidir o no en su decisión con el cognitivo. En esta forma de modelar el proceso de valuación, la decisión se identifica con el nivel de actividad alcanzado por cada sistema. El control modulado del sistema cognitivo sobre el afectivo implica que en caso de coincidir en sus respuestas no se produce intervención; pero en el caso que no exista coincidencia el sistema cool debe coordinar al sistema hot a su nivel de actividad.

En neurociencia matemática se identifican los procesos de control con relaciones entre nodos inhibitorios y excitatorios (Dayan and Abbott, *ibídem.*). Si bien las conexiones excitatorias pueden ser de largo alcance, las inhibitorias en

la corteza se dan a nivel local entre neuronas de una misma red<sup>5</sup>. Siguiendo estos principios de diseño de arquitectura cognitiva, cada sistema se compone de pares de nodos inhibitorios y excitatorios. Los nodos inhibitorios son aquellos que reducen la tasa de actividad del nodo al que se conectan; en cambio, los nodos excitatorios se caracterizan por incrementar el nivel de actividad de aquellos nodos a los que comunica. Para la construcción de este modelo, se encontró que la red mínima que reproduce el ejercicio de control del sistema cognitivo (*cool*) sobre el emotivo (*hot*), tal como se definió anteriormente, consiste en una red de cuatro nodos: un par inhibitorio (I) y excitatorio (E) correspondientes para cada red. En esta versión simplificada del modelo de M&M, cada par de nodos (E-I) o módulos representa el funcionamiento de uno de los sistemas *cool* o *hot*.

El resultado más importante de este modelo, es el de encontrar que para que la red desarrolle regulación en su tasa de actividad (autocontrol), se hace necesario que cada sistema se componga, además de un nodo excitatorio, de un nodo inhibitorio. En el lenguaje de sistemas dinámicos aplicados a neurociencias esto quiere decir que se requiere que el sistema debe presentar biestabilidad, es decir dos puntos de equilibrio estables y uno inestable que demarque los senderos de atracción para cada equilibrio. Un modelo más simple con un solo nodo para cada sistema no captura el proceso de autocontrol como una relación de inhibición y de excitación a la vez. Otro resultado que surge en los ejercicios de simulación, donde se observa el desempeño del sistema cuando se varían los parámetros, es que si se considera que el sistema *hot* o afectivo reacciona más inmediatamente que el *cool* en el procesamiento de iguales estímulos, no se produce una pérdida de autocontrol, sino por el contrario el sistema *cool* incrementa su tasa de activación compensando el incremento de actividad del sistema afectivo.

Si bien este modelo simple de red neuronal resulta útil para analizar la dinámica de regulación entre el funcionamiento de ambos sistemas para el marco de supuestos definido por M&M; no resulta suficiente para poder analizar problemas más interesantes para la economía cómo lo es la aparición de una reversión de elecciones intertemporales y su consecuente inconsistencia de preferencias. Para ello es necesario lograr un mayor desarrollo en la modelización de las redes de cada sistema de valuación. Este es el objetivo que se plantea el segundo modelo de red neuronal (Contiggiani, 2011; Contiggiani, 2010).

Este modelo de red neuronal fue diseñado para poder resolver problemas de elección intertemporal entre dos alternativas definidas como pares binarios de

---

<sup>5</sup> Para más detalle ver Kandel et. al. (2000), Capítulo 17.

pagos monetarios y tiempos de realización de esos pagos. Este tipo de problemas de decisión son ampliamente utilizados en estudios empíricos y experimentales para caracterizar las preferencias intertemporales de los individuos en estudios y consecuentemente poder estimar sus tasas de descuento temporal. Para poder evaluar estas alternativas, cada sistema se compone de pares de nodos excitatorios e inhibitorios por alternativa a evaluar. La diferencia con el modelo de red antes descrito (Contiggiani, 2007), es que sostenemos el supuesto que el sistema *hot* se especializa en evaluar la información de los tiempos de pagos, mientras que el sistema *cool* procesa la información de los pagos monetarios<sup>6</sup>. La arquitectura de esta red es suficiente para que este *individuo artificial* pueda realizar valuaciones de alternativas apropiadamente definidas para este contexto y finalmente establecer conjunto de elecciones de opciones. En este modelo se mantiene el supuesto que las elecciones se determinan por aquél sistema que desarrolla una mayor tasa de actividad en los nodos excitatorios.

Durante la evaluación de desempeño de este modelo, para realizar los ejercicios de simulación se consideró una configuración de pesos de las conexiones entre los nodos donde todas pesan por igual fijando un único valor para las mismas. La función de tal supuesto es el de considerar que inicialmente no hay diferencias estructural entre el sistema que valora tiempos (sistema *hot*) y aquél que valora pagos monetarios (sistema *cool*). El sentido de este ejercicio es poder discernir si es necesaria esta diferenciación entre sistemas para encontrar reversión de elecciones (lo cual implica una pérdida de autocontrol). Luego de someter el modelo a que realice elecciones entre un menú de alternativas intertemporales, se encontró que el *agente artificial* desarrolló reversión de elecciones entre iguales alternativas a diferentes contextos temporales. Este fenómeno de inconsistencia de preferencias implica que la tasa de descuento intertemporal implícita en la valuación de las alternativas no es constante a lo largo del horizonte temporal considerado. Este resultado efectivamente se pudo verificar al estimar la tasa de descuento implícita (Loewenstein y Prelec, 1992, L&P) a partir de las alternativas escogidas por el modelo y resultó que la forma funcional que mejor ajusta a las observaciones es una función cuasi hiperbólica de descuento. Es decir, que al considerar que los sistemas de valuación sólo diferencian por la información que procesan y no por razones estructurales o de funcionamiento, se ha producido el fenómeno de reversión de las elecciones (inconsistencias intertemporal), problema asociado a la pérdida de autocontrol de la conducta en los individuos, y como resultado se

---

<sup>6</sup> Aun cuando este supuesto simplificador puede ser foco de debate, puede hallarse una justificación biológica en los trabajos de estudio de los mecanismos de recompensa existentes en el cerebro (Rolls, 2007).

obtiene que la tasa de descuento implícita que aplica para valuar las alternativas y poder compararlas tiene una forma cuasi hiperbólica, que es la forma funcional que se aplica en los modelos económicos que se proponen capturar el fenómeno de pérdida de autocontrol.

Los resultados comentados de este trabajo nos permiten proponer que un modelo conductual del individuo que considere una especie de contabilidad mental separada de tiempos y de pagos para proceder a la valuación de las alternativas, sería suficiente para capturar la inconsistencia intertemporal de preferencias y el desarrollo de una tasa de descuento cuasi hiperbólica. Este mismo resultado fue demostrado por L&P, a partir del desarrollo de su modelo de elección intertemporal basado en la Teoría Prospectiva de Kahneman y Tversky. Esto quiere decir que, a pesar de las limitaciones que pueda presentar este modelo de red neuronal<sup>7</sup>, su construcción realizada a partir de principios descriptivos de la biología de la toma de decisiones, su comportamiento parece respaldar el modelo conductual de agente económico presentado por L&P, dónde las preferencias sobre las alternativas se representan por una función de utilidad que valúa por separado los tiempos y los pagos monetarios que caracterizan las opciones en los problemas de elección intertemporal.

## CONCLUSIONES FINALES

El objetivo del artículo es el de introducir al enfoque metodológico que ha desarrollado hasta ahora la neuroeconomía para el estudio de los determinantes cognitivos del comportamiento humano en problemas de toma de decisiones económicas.

Como mencionamos en la introducción, esta nueva área dentro de la ciencia económica puede interactuar con la teoría por medio de dos tipos de aportes: graduales, modificando los argumentos o formas funcionales de las funciones de utilidad, y con ello imponiendo restricciones a los órdenes de preferencias racionalizadas; o de forma más radical, formulando nuevos modelos de agente individual basándose en principios biológicos de procesamiento de la decisión y formación de la decisión como así también de fenómenos conductuales evidenciados en estudios de la psicología cognitiva.

Estas formas de contribuir con la teoría económica la hemos representado a través del estudio de un fenómeno conductual muy relevante para la disciplina

---

<sup>7</sup> Se deben considerar extensiones para poder comparar alternativas donde los pagos sean negativos.

económica como lo es el problema de autocontrol de la conducta y la inconsistencia intertemporal de las elecciones.

En la segunda sección se ha revisado las ideas principales del modelo afectivo/deliberativo de Mischel & Metcalfe que se aplica para el estudio de la pérdida del autocontrol. Mediante este enfoque los autores del modelo han podido detallar cuáles son las estrategias de comportamiento que aplican los individuos para mantener el autocontrol de su conducta y no ceder al efecto de las tentaciones oportunas. Según el modelo, en el proceso de percepción y procesamiento de los estímulos intervienen dos sistemas evaluativos, uno afectivo caracterizado por ser automático y simple, y otro deliberativo, de procesamiento más lento y de arquitectura compleja. La interacción entre los sistemas se resuelve con dos posibles resultados, o bien que el sistema afectivo domine el proceso determinando una conducta acorde a los efectos del estímulo; o bien, el sistema cognitivo controla el desempeño del sistema afectivo, determinando la respuesta del individuo al estímulo evitando que ceda a las tentaciones si esa no es la acción más adecuada para el plan de comportamiento que venía sosteniendo. Adicionalmente en esa sección se distinguieron los sistemas de procesamiento cerebral relacionados con el funcionamiento de ambos sistemas del modelo M&M.

La idea de dos sistemas de valuación, uno afectivo y otro deliberativo, ha influido en la modelización del problema de inconsistencia intertemporal de las decisiones como se ha desarrollado en la tercera sección. La diversidad de modelos es amplia, siendo algunos más simples y parsimoniosos, otros más elaborados y complejos. Algunos representan la interacción entre los sistemas de valuación como la resolución a un problema de agencia entre dos individuos con motivaciones enfrentadas (bienestar inmediato versus bienestar de largo plazo), otros como un problema de control óptimo entre dos funciones contrapuestas a lo largo de un horizonte temporal. Aunque su formulación logra capturar el problema analizado en cuestión (reversión de preferencias temporales), la forma en que se organizan los sistemas supone una jerarquización del cognitivo sobre el afectivo. Sin embargo, no hay evidencia empírica sobre tal jerarquización en los sistemas de valuación que aplica el cerebro para procesar la información de las alternativas en un problema de elección. Incluso, la evidencia de experimentos neuroeconómicos indica que los sistemas se especializan en la valuación de las alternativas según la inmediatez relativa con la que realizan los pagos prometidos.

Con el objeto de discernir cuál de los modelos de comportamiento individual que capture el problema de autocontrol está mejor fundamentado en la evidencia neuroeconómica de valuación de las alternativas y formación de la deci-

sión, en la tercera sección se presentaron dos modelos que retoman los supuestos de M&M para la formalización de los sistemas cool y hot así como de su interacción a partir de una red cuyos elementos se describen con fundamentos dinámicos. El primer modelo analizó solamente la interacción entre los sistemas cool y hot donde el primero operaba sobre el segundo a fin de que no determinara el desvío de la conducta del individuo hacia un estímulo de satisfacción inmediata. El diseño de la red neuronal que permitiese capturar el problema de autocontrol puso en evidencia la necesidad de que los sistemas se compusiesen de nodos excitatorios e inhibitorios para el procesamiento de los estímulos. A partir de este resultado, se pudo continuar en el diseño del segundo modelo de red neuronal, más complejo pero apropiado para la representación de un proceso de decisión entre dos alternativas con diferentes tiempos y pagos, donde la valuación de cada alternativa estaba realizada en forma especializada, los pagos a cargo del sistema cool y los tiempos a cargo del sistema hot; y al igual que el modelo de red anterior, los nodos e interconexiones de la red poseen una dinámica asociada. De los ejercicios de simulación, se ha encontrado que no es necesario que los sistemas se diferencien en cuanto a su grado de interconexión para explicar la inconsistencia intertemporal de las elecciones, como así afirman M&M. Considerando una configuración de la red donde no existen diferencias estructurales entre ambos sistemas más allá de los inputs entrantes, se obtiene el fenómeno conductual de reversión de las preferencias intertemporales, comúnmente conocido como efecto de diferencia temporal. Complementariamente, a partir de las elecciones del modelo, se ha encontrado que la estimación de la tasa implícita de descuento intertemporal que aplica la red ajusta a una forma cuasi-hiperbólica, forma funcional que mejor ajusta a las observaciones encontradas en experimentos y trabajos empíricos sobre este tipo de problemas económicos. Es decir, que el desempeño de este modelo construido sobre principios neurocientíficos de procesamiento de la información, respalda aquellos modelos económicos de comportamiento individual donde se valúan por separado tiempos y pagos como el modelo de la perspectiva intertemporal de Loewenstein y Prelec (L&P, 1992).

Para finalizar consideramos que tanto la neuroeconomía como la economía del comportamiento tienen mucho potencial para dar explicación a los fenómenos considerados como sesgos conductuales o desviaciones de las predicciones que establecen los modelos de comportamiento individual en la teoría económica. Aquí hemos visto algunos resultados en referencia al problema de elección intertemporal. Existen muchos fenómenos más sobre los cuales se pueden aportar explicaciones (elección bajo riesgo, preferencias sociales, etc).

En referencia a las posturas más conservadoras, sólo basta acotar que ningún modelo de los trabajados en neuroeconomía es capaz de reemplazar los de-

sarrollos teóricos que han enriquecido anteriormente a la teoría económica, pero si pueden dar respuestas más satisfactorias en lo que se refiere a comprender la conducta humana. Sólo es cuestión de tiempo para poder observar qué lugar ocupará cada área de investigación dentro de la ciencia económica y cuáles serán los nuevos límites que definirán hasta dónde alcanza la disciplina su objeto de estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bechara, A. y Damasio, A., (2005), “The somatic marker hypothesis: A neural theory of economic decision”, *Games and Economic Behavior*, Vol. 52, pp.336-372.
- Benhabib, J. y Bisin, A., (2005), “Modeling internal commitment mechanism and self-control: A neuroeconomics approach to consumption-saving decisions”, *Games and Economic Behavior*, Vol. 52, pp. 460-492.
- Brocas, I. y Carrillo, J., (2008), “The Brain as a Hierarchical Organization”, *American Economic Review*, Vol. 98, (4), pp.1312-1346.
- Camerer, C., (1995), “Individual Decision Making”, In *The Handbook of Experimental Economics*, ed. Kagel J. and Roth, A., Princeton University Press, Princeton, pp. 587-705.
- Camerer, C., Loewenstein G. y Prelec, D., (2005), “Neuroeconomics: How neuroscience can inform economics?”, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. XLIII, pp. 9-64.
- Contigiani, F., (2007), “Dinámica de la dualidad Emoción vs Cognición en el problema de inconsistencia intertemporal de la decisiones”, Documento de Trabajo, Anales de la Asociación Argentina de Economía Política.
- Contigiani, F., (2010), “Modelos de Comportamiento Individual: Estudios de la Economía del Comportamiento y la Neuroeconomía”, Tesis Doctoral, mimeo, Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur.
- Contigiani, F., (2011), “Un Modelo Neuroeconómico de Descuento Cuasihiperbólico en Problemas de Elección Intertemporal”, Documento de Trabajo, Anales de la Asociación Argentina de Economía Política.
- Damasio, A., (1994), *El error de Descartes*, Traducción de Joandomènec Ros, Editorial Crítica, Barcelona.
- Dayan, P. y Abbott, F., (2005), “*Theoretical Neuroscience. Computational and Mathematical Modeling of Neural Systems*”, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Diamond, P. y Vartiainen, H., (2007), “*Behavioral Economics and its applications*”, Princeton University Press, Princeton.
- Fehr, E. y Schmidt, K., (1999), “A theory of Fairness, Competition and Coopera-

- tion”, *the Quarterly Journal of Economics*, (114), pp.817-68.
- Frederick, S., Loewenstein, G. y O’Donoghue, T., (2002), “Time Discounting and Time Preference: A Critical Review”, *Journal of Economic Literature*, Vol. XL, pp.351-401.
- Fudenberg, D. y Levine, D., (2006), “A Dual Self Model of Impulse Control”, *American Economic Review*, Vol. 96, pp. 1449-1476.
- Glimcher, P., (2003), *Decisions, Uncertainty and the Brain: The Science of Neuroeconomics*, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Glimcher, P., Dorris, M. y Bayer, H., (2005), “Physiological utility theory and the neuroeconomics of choice”, *Games and Economic Behavior*, Vol. 52, pp.213-256.
- Gul, F. y Pesendorfer, W., (2008), The Case for Mindless Economics. In *The Foundations of Positive and Normative Economics: A Handbook*, ed. Caplin A. and Schotter A., Oxford University Press, Oxford, pp. 3-43.
- Kahneman, D., (2003), “Models of Bounded Rationality: A perspective on Intuitive Judgment and Choice”, *American Economic Review*, Vol. 93, (5), pp.162-168.
- Kahneman, D. y Tversky, A., (1979), “Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk”, *Econometrica*, Vol. 47, (2), pp. 263-292.
- Kandel, E., Schwartz, J. y Jessel, T. (2000), *Principios de Neurociencia*, Mc Graw-Hill, 4ª Edición, .
- Loewenstein, G. y O’Donoghue, T.,(2004), “Animal Spirit: Affective and Deliberative Processes in Economic Behavior”, Center for Behavioral Decision Research working paper, Carnegie Mellon.
- Loewenstein, G. y Prelec, D., (1992), “Anomalies in Intertemporal Choice: Evidence and Interpretation”, *the Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, (2) , pp.573-597.
- McClure, S., Laibson, D., Loewenstein, G. y Cohen, J., (2004), “Separate Neural System Value Immediate and Delayed Monetary Rewards”, *Science*, Vol. 306, October, pp.503-507.
- Metcalfe, J. y Mischel, W., (1999), “A Hot/Cool-System Analysis of Delay of Gratification: Dynamics of Willpower”, *Psychological Review*, Vol. 106, (1), pp. 3-19.
- Miller, E. y Cohen, J., (2001), “An Integrative Theory of Prefrontal Cortex Function”, *Annual Review of Neurosciences*, Vol. 24, pp.167-202.
- O’Donoghue, T. y Rabin, M., (1996), “Do it now or later”. In *Advances in Behavioral Economics*, ed, Camerer C., Loewenstein G. y Rabin M., Princeton University Press, Princeton, pp. 223-252.
- Rabin, M., (1998), “Psychology and Economics”, *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXVI, March 1998, pp. 11-46.

- Redish, A., Jensen, S. y Johnson, A., (2008), "A unified framework from addiction: Vulnerabilities in the decision process", *Behavioral and Brain Sciences*, Vol. 31, (4), 415-487.
- Rolls, E., (2007), *Emotion explained*, Oxford University Press, Oxford.
- Shiv, B. y Fedorikhin, A., (1999), "Heart and Mind in Conflict: The Interplay of Affect and Cognition in Consumer Decision Making", *Journal of Consumer Research*, Vol. 26, (3), pp. 278-292.
- Thaler, R. y Shefrin, H., (1981), "An Economic Theory of Self-Control", *Journal of Political Economy*, Vol. 89, (21), pp. 392-406.