

NEUROECONOMÍA Y METODOLOGÍA: ALGUNAS REFLEXIONES INICIALES

por

Fermín De Schant*

Jorge Marcelo Martín*

Alfredo Martín Navarro•

I. Introducción

Los avances en neurociencia han permitido el desarrollo de una nueva disciplina, la neuroeconomía, que se dedica al estudio de la relación entre lo que sucede en el cerebro humano durante la toma de decisiones y la conducta de los agentes económicos. Los avances son relativamente recientes, pero rápidos y abren puertas que suponíamos cerradas. El cerebro humano deja de ser una caja negra; su interior puede ahora ser analizado, de modo que algunos postulados básicos puedan ser estudiados empíricamente y pierdan así su carácter de axiomáticos. Una nueva versión del “*verstehen*”, una

* Doctor en Medicina

* Doctor en Medicina. Miembro Correspondiente de la Academia de Ciencias de Buenos Aires.

• Economista. Miembro Titular de la Academia Nacional de Ciencias Económicas. Los autores agradecen los comentarios de Juan Carlos de Pablo, Alberto Porto y Juan Verstraete.

manera de mirar que supera la introspección, está al alcance de los economistas como consecuencia de la tarea de científicos de otras disciplinas, como la psicología y la neurociencia.

En este trabajo analizaremos las consecuencias de la aparición de esta nueva disciplina, la neuroeconomía, sobre la forma como los economistas estudian el comportamiento del ser humano. En la sección II tratamos la evolución del principio de racionalidad en la teoría económica, dado que es a esta cuestión a la que están orientados los estudios neuroeconómicos, que intentan mostrar una nueva forma de analizar los procesos decisorios. En la sección III describimos la estructura y el funcionamiento del cerebro humano, y en la sección IV las técnicas que permiten estudiar lo que sucede en el interior del cerebro cuando se enfrenta a la toma de decisiones. En la sección V analizamos, a título de ejemplo, algunos de los trabajos que consideramos más relevantes, con el objeto de presentar las distintas formas de análisis utilizadas; en la sección VI nos referimos a las relaciones entre estos nuevos métodos de estudio y la ciencia económica, y por último, en la sección VII, discutimos algunas conclusiones.

II. La evolución del principio de racionalidad en la teoría económica

1. Lo que conocemos como *el modelo neoclásico* tiene como fundamento una teoría del comportamiento humano que ha funcionado más o menos satisfactoriamente. La idea básica es que los agentes económicos actúan racionalmente y, por lo tanto, optimizan su utilidad de manera previsible cuando consumen, y producen eficientemente al combinar de la mejor manera

posible los factores de producción. El principio de racionalidad puede considerarse desde dos ángulos distintos: el *normativo*, que implica establecer cuáles son las características que debe tener una conducta para ser calificada como racional, y el *descriptivo*, que analiza la conducta observada para determinar si puede ser calificada como racional. ¿Cuándo es racional una conducta? Cuando de un conjunto $X(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, si hemos preferido x_1 a x_2 y x_2 a x_3 , siempre preferiremos x_1 a x_3 , y cuando al mismo tiempo perseguimos maximizar nuestro propio interés¹. Sin embargo, en sus comienzos, la ciencia económica no utilizaba este principio, al menos en la forma en que se lo aplicó posteriormente², como veremos a continuación.

2. Los primeros economistas comenzaron su tarea cuando la psicología todavía no existía, razón por la cual actuaron, de alguna manera, como psicólogos. La obra de Hume (1980) [1748] está dedicada en gran parte a analizar el conocimiento humano desde una perspectiva que hoy consideraríamos como terreno de la psicología, y no es precisamente una visión simplificada y monolítica como la que sirve de sustento al modelo neoclásico, sino que, aplicando también la introspección, describe un ser humano mucho más complejo y real. En esta línea de pensamiento se inscribe la obra de Adam Smith (1941) [1756] *Teoría de los sentimientos morales*, un análisis detallado de la psicología humana. Como sostiene la neuroeconomía en nuestros días, siguiendo la distinción platónica, la obra de Smith diferencia

¹ Ver Sen (1987). Una definición similar es la de Aumann (2005), que dice que el comportamiento de una persona es racional cuando su conducta es la que mejor se ajusta a sus intereses, dada la información de la que dispone en el momento de tomar la decisión. Para un análisis del concepto de racionalidad más formal y preciso, ver Mas-Colell, Whinston y Green (1995).

² Ver Camerer y Loewenstein (2004).

dos sistemas en el ser humano, uno afectivo, ligado a las pasiones y a los sentimientos más primitivos, y otro superior, que controla, a modo de un espectador imparcial, al primero:

Cuando me esfuerzo por examinar mi propia conducta, cuando me esfuerzo por pronunciar sentencias sobre ella, ya sea para aprobarla o para condenarla, es evidente que en tales casos es como si me dividiera en dos distintas personas, y que yo, el examinador y el juez, encarno un hombre distinto al otro yo, la persona cuya conducta se examina y se juzga. El primero es el espectador [...]. El segundo es el agente, la persona que con propiedad designo como a mí mismo, y de cuya conducta trataba de formarme una opinión, como si fuese la de un espectador. El primero es el juez, el segundo la persona a quien se juzga [...].

Cuando estamos a punto de actuar, la avidez de la pasión raramente nos permitirá considerar lo que hacemos con el desapasionamiento de una persona inteligente [...].

En la *Riqueza de las naciones*, según afirma Simon (1997), “la racionalidad que describe Smith es la del sentido común de todos los días. Esto sigue de la idea de que la gente tiene razones para hacer lo que hace. Esto no depende de un elaborado cálculo de utilidad”.

Los economistas clásicos, siguiendo a Smith, introducen el principio del interés personal, pero con las limitaciones precitadas, y analizan la conducta del productor, más que la del consumidor³.

3. Algo más de un siglo después, Marshall (1920), en la octava edición de los *Principles of Economics*, incorpora los principios del marginalismo, atribuidos a Cournot, von Thünen y Jevons, lo que implica la idea de la

³ Ver Arrow (1987).

maximización de la utilidad, que puede provenir de elecciones que impliquen altruismo, interés personal o finalidades perversas.

4. Sin embargo, a medida que transcurre el tiempo se va definiendo una forma de fundamentar la economía en la psicología, que comienza a fines del siglo XIX y llega a su culminación con la paradigmática obra de Robbins (1932) *Naturaleza y significación de la ciencia económica*. Esta define una metodología que reúne una serie de ideas que flotaban en la economía inglesa y que integra con el pensamiento de la escuela austriaca, con cuyos exponentes más representativos estuvo en contacto en su visita a Viena en los años veinte. Su tesis es que los agentes económicos, que se encuentran ante fines ilimitados a los que tienen que asignar recursos escasos, actúan racionalmente, optimizando su utilidad como consumidores y su eficiencia como productores. No analiza la posibilidad de que estas ideas sean sometidas a comprobación empírica, ya que forman parte de los supuestos básicos a los que accedemos a través de la introspección⁴, y que por ser obvios no pueden ser sometidos a test alguno. Existe un solo sistema en el cerebro humano, el deliberativo, y no queda lugar para las pasiones y demás funciones del sistema afectivo. Se define de esta manera una base psicológica *ad-hoc*, hecha a medida de la ciencia económica.

5. Esta manera de ver la economía tiene una aceptación bastante generalizada, a pesar de que existieron voces críticas. Una de las primeras y más conocidas es la de Hutchison (1938), que inspirado en Popper sostiene la necesidad de

⁴ Podemos definirla como la observación interior de los propios actos o estados de ánimo o de conciencia.

someter a falsificación todas las teorías que pretenden el calificativo de científicas⁵. Veamos el siguiente párrafo:

If one conceives of Gossen's Law as an empirical generalization one can, when wants to, go to the facts of economic behavior to test it. On the other hand, simply to rely on dogmatic assertions even when supported by phrases like "inner feelings of necessity" or "*a priori facts*", is to commit scientific suicide. It must really be explained in what precise way this "inner feeling of necessity" with which psychological method justifies its propositions differs from the "inner feeling of necessity" which political fanatics and the like always discover in support of their doctrines [...].

We have seen that within Economics the optimistic procedure of beginning with highly simplified "isolated" abstractions, in the hope of gradually making more realistic by removing the simplifying assumptions, is apt to come to a dead end, and that if one wants to get beyond a certain high level of abstraction one has to begin more or less from the beginning with extensive empirical investigation [...].

En ese momento era difícil someter los principios básicos a comprobación empírica, y quienes negaban su necesidad estaban más inspirados en la imposibilidad de hacerlo, cosa que actualmente se ha modificado sustancialmente.

6. Keynes (1945) [1936] también se aparta del concepto de racionalidad cuando se pregunta cómo puede ser que aun cuando el análisis racional de los proyectos de inversión nos muestra su inconveniencia, los agentes

⁵ Una excelente descripción de la controversia entre Hutchison, Robbins y Machlup puede verse en Caldwell (1982).

económicos deciden invertir a pesar de ser alta la probabilidad de que el proyecto no resulte rentable y a veces lleve a la quiebra al inversor. Supone que esto se debe a los *animal spirits*⁶, que son algo así como ondas de optimismo y pesimismo que envuelven a la sociedad alternativamente y nos mueven a la acción por el placer que por sí misma esta produce. Además, la inflexibilidad de los salarios a la baja, la ilusión monetaria, la inhabilidad de los hombres de negocios para formular sus expectativas y la trampa de la liquidez, son todas manifestaciones del apartamiento de la racionalidad, que hacen que la economía se aparte del pleno empleo y sean necesarias políticas públicas que lo restablezcan. (Simon, 1997).

7. Por otra parte, Simon (1978) da cuenta de sus cuestionamientos al principio de racionalidad en las decisiones de los empresarios, a partir de una serie de trabajos que lo hicieron acreedor al Premio Nobel. Define su idea de *bounded rationality* en los siguientes términos⁷:

The task, then was to replace the classical model with one that World describe how decisions could be (and probably actually were) made when the alternatives of search had to be sought out, the consequences of choosing particular alternatives were very imperfectly known both because of limited computational power and because of uncertainty in the external world, and the decision maker did not possess a general and consistent utility function for comparing heterogeneous alternatives.

⁶ Este concepto proviene de Galeno, un famoso médico del Asia Menor que vivió en el siglo II a. J.C. y que pensaba que el hígado generaba “natural spirits”, el corazón “vital spirits” y el cerebro “animal spirits”, que eran los que producían el movimiento actuando sobre los músculos. Luego esta idea fue retomada por Descartes, quien diferenciaba entre impulsos racionales e irracionales, que se producen a través de la glándula pineal, donde suponía que estaba radicada el alma humana. (Ver Koppl, 1991).

⁷ Simon (1997) contraponen su concepto de *bounded rationality* a lo que define como *global rationality*, que es el concepto de la teoría neoclásica, de acuerdo a la cual, el agente económico tiene una función de utilidad, conoce todas las alternativas a su elección, puede calcular la utilidad esperada de cada alternativa y elige aquella que maximiza su utilidad.

Several procedures of rather applicability and wide use have been discovered that transform intractable decisions problems into tractable ones. One procedure already mentioned is to look for satisfactory choices instead of optimal ones. Another is to replace abstract, global goals with tangible subgoals, whose achievement can be observed and measured. A third is to divide up the decision –making tasks among many specialists, coordinating their work by means of a structure of communications and authority relations. All of these, and others, fit the general rubric of “bounded rationality” [...].

Simon abre una compuerta para la reformulación de la teoría de la firma y de las decisiones empresarias, que modifica el modelo neoclásico. En lugar de optimizar en la forma que presupone la teoría neoclásica, los agentes económicos se fijan una meta. Cuando la logran, aunque no sea lo óptimo, se sienten *satisfechos* con ella y no buscan optimizar. Los hombres de carne y hueso tienen capacidades limitadas tanto para adquirir conocimientos como para realizar cálculos, y para predecir su comportamiento sería necesaria la participación de psicólogos y sociólogos, además de economistas. (Ver Simon, 1997).

8. Szychowski (2002, 2006) presenta una forma distinta de analizar la conducta del *homo economicus*, del cual nos brinda una versión donde es aún más racional que en la versión habitual. Dentro de la demanda del agente económico incorpora la demanda por bien y por mal, de acuerdo a las recompensas esperadas por los agentes en función de su conducta, lo que se añadiría a la demanda desprovista de valoraciones de la teoría neoclásica. Los agentes económicos, al maximizar sus funciones de utilidad, sujeta a las restricciones habituales, lo hacen en un contexto mucho más amplio.

9. El renacimiento de la psicología dentro de la economía se traduce en la corriente de pensamiento que se cobija bajo la denominación de *behavioral economics*, que se difunde y generaliza con el otorgamiento del Premio Nobel de Economía del año 2002 a Kahneman y Smith. Estos autores definen dos tipos de procesos cognitivos: el Sistema 1, al que llaman *intuición* y el Sistema 2, *razonamiento*:

“The operations of System 1 are fast, automatic, effortless, associative, and often emotionally charged; they are also governed by habit, and are therefore difficult to control or modify. The operations of System 2 are slower, serial, effortful, and deliberately controlled: they are also relatively flexible and potentially rule-governed” [...]. Utility cannot be divorced from emotion, and emotions are triggered by changes. A theory of choice that completely ignores feelings such as pain of losses and the regret of mistakes is not only descriptively unrealistic, it also leads to prescriptions that do not maximize the utility of outcomes as they are actually experienced [...].⁸

10. El libro de Camerer y Loewenstein (2004) resume los principales hallazgos de esta corriente⁹. El método que utilizan los economistas y psicólogos que trabajan en la línea precitada es principalmente el experimento activo, es decir, el que se realiza sobre un grupo de personas elegidas, a las que se somete a preguntas relativas al tema en estudio, es repetible y puede ser analizado estadísticamente, aunque también se utilizan los otros métodos que utiliza la economía en general (ver Camerer y Loewenstein, 2004). Sin embargo, lo que distingue a esta corriente es la utilización de conocimientos que provienen de la psicología para analizar el comportamiento económico.

⁸ Ver Kahneman (2003), su conferencia Nobel, donde resume el resultado de sus investigaciones.

⁹ Recientemente, el *Journal of Economic Literature* incluye dos trabajos que comentan el libro referido, lo que da idea de la repercusión que ha tenido esta corriente de pensamiento en el medio académico. (Ver Fudenberg (2006) y Pesendorfer (2006)).

Mientras la concepción del modelo neoclásico parte de la idea de que los seres humanos tienen objetivos bien definidos que tratan de alcanzar, los primeros hallazgos de la Neuroeconomía, de acuerdo también con los avances recientes de otras disciplinas, confirman la idea –que ya había adelantado, por ejemplo Ainslei (1992)– de que en una persona existen por lo menos dos centros de decisión: uno proveniente del sistema *deliberativo*, ubicado en la corteza cerebral, y otro *afectivo*, ubicado en la parte interna del cerebro, es decir, en su parte límbica. La distinción freudiana entre el *id* y el *ego* se inscribe también en esta forma de pensar, toda vez que el primero está relacionado con el afecto y las funciones límbicas, mientras que el segundo lo está con el sistema deliberativo o cognitivo.

Volvemos así al principio, cuando Adam Smith habla de una confrontación entre nuestras pasiones y lo que denomina “espectador imparcial”. Si bien el modelo neoclásico parte de la premisa de que los consumidores optimizan su utilidad y los empresarios maximizan sus ganancias, en un escenario de perfecta información, esto no ha sido así en los comienzos de la ciencia económica por una parte, y por otra ha habido opiniones divergentes con ese modelo desde hace ya mucho tiempo. Sin embargo, generalmente se reconoce que el modelo neoclásico ha funcionado razonablemente bien, aunque debe ser discutido de nuevo en sus fundamentos para poder construir una mejor teoría económica.

III. Estado actual de los conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro humano

1. Las estructuras del cerebro permiten al ser humano realizar una serie de funciones que hacen a su vida íntima, a su vida de relación, al recuerdo y análisis del pasado, a la predicción del futuro, a aceptar o rechazar lo que se le presenta, a analizar la conveniencia o no de ciertas circunstancias de la vida, entre otras. Todo esto, cuyo mecanismo fue motivo de conjeturas años atrás, en la actualidad está siendo estudiado con los procedimientos descritos en la sección IV, de tal modo que podemos conocer cuáles son los centros cerebrales activados durante todos y cada uno de los episodios de nuestra vida privada, profesional y pública. Veamos ahora sucinta y esquemáticamente cuáles son algunos de esos centros y de qué modo funcionan.

2. El cerebro humano está formado por aproximadamente cien mil millones de células –neuronas– conectadas de forma muy compleja, formadas por un cuerpo del que emergen dos tipos de prolongaciones: el axón y las dendritas, como puede verse en la figura 1. El axón es una prolongación filiforme que puede alcanzar grandes distancias, cuyo extremo se dilata formando la terminación sináptica, que se adhiere a las espinas dendríticas de neuronas vecinas. Las dendritas son varias prolongaciones pequeñas y cortas que poseen diminutas protuberancias llamadas espinas dendríticas. Las neuronas están rodeadas por células de la

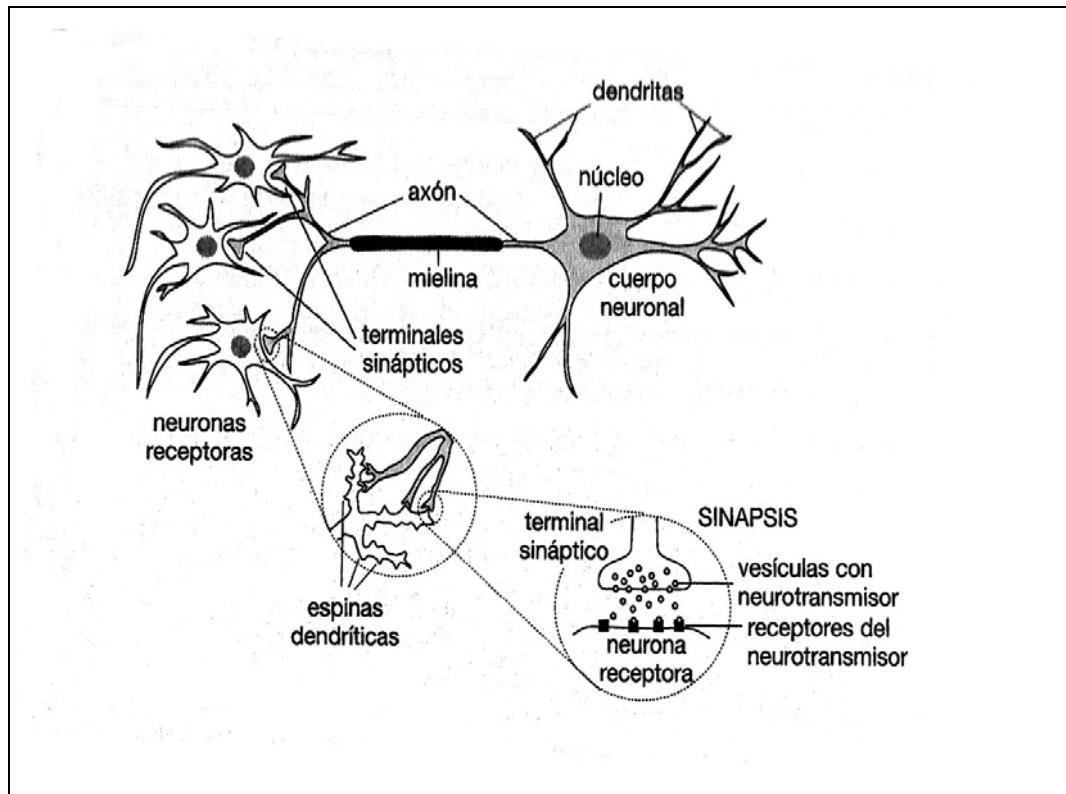


Figura 1: En la parte superior, imagen de una neurona (gris oscuro) y su comunicación con las otras a través del axón y de la dendritas. En la parte inferior, comunicación entre las neuronas a través de los neurotransmisores.

glia –del griego “pegamento”–, que les sirven de sostén, contribuyen a la llegada del flujo sanguíneo, revisten a los axones de mielina –aislamiento–, fagocitan los restos de neuronas que se destruyen y transmiten la información mediante impulsos eléctricos por el axón –presinapsis– a la dendrita de la neurona postsináptica. El impulso eléctrico pasa de una neurona a otra a través de la sinapsis, con la participación de sustancias químicas, los neurotransmisores, liberadas en las terminaciones sinápticas del axón. Existen muchos neurotransmisores con funciones específicas distintas en el circuito neuronal. Las terminaciones de los axones han sido llamadas transductores¹⁰ biológicos, pues convierten la energía eléctrica en energía química. Esto supone la síntesis de neurotransmisores, su almacenamiento en

¹⁰ Un transductor es un mecanismo que transforma una forma de energía en otra, como hace, por ejemplo, un micrófono o un motor eléctrico.

los botones sinápticos y su liberación producida por los impulsos nerviosos en la unión sináptica, actuando además como receptores en la membrana de la neurona postsináptica. Una vez cumplida la función, los neurotransmisores son vueltos a captar por la neurona que los segregó. Existe una gran cantidad de neurotransmisores: dopamina, noradrenalina, acetilcolina, etc., cuya secreción está determinada por la función de los distintos sectores cerebrales. Por ejemplo, las neuronas dopaminérgicas, que liberan dopamina en el polo terminal del axón, se proyectan a muchas regiones del cerebro comprometidas con la conducta dirigida a un objetivo y a motivaciones, entre otras al *striatum*, al *núcleo accumbens* y a la *corteza prefrontal*, participando en la actividad emocional y en el acto de selección. Se supone que la liberación de dopamina regula la plasticidad de las neuronas productoras de acciones de decisión, como las de la *corteza prefrontal*.

Las moléculas de neurotransmisores se unen a sitios especializados de la neurona postsináptica. Los sitios son moléculas proteicas complejas ubicadas en la membrana neuronal, que la expanden y cambian su forma cuando se unen al ligando (en este caso, un neurotransmisor). Este cambio de forma permite la entrada de iones positivos que despolarizan la membrana postsináptica excitando la célula. La comunicación entre las neuronas se alcanza cuando el neurotransmisor liberado de la neurona presináptica afecta a la neurona postsináptica excitándola o inhibiéndola. Muchos miles de sitios postsinápticos en las dendritas de una neurona pueden responder con despolarización o hiperpolarización durante algunos milisegundos.

3. El cerebro tiene dos hemisferios separados por una *cisura anteroposterior* y comunicados por infinidad de axones que en conjunto forman el *cuero calloso*. Desde el punto de vista filogenético, el cerebro humano es el resultado de un largo proceso evolutivo iniciado hace millones de años. El mayor volumen del cerebro de los homínidos y más aún de la especie humana, por la mayor cantidad de neuronas y circuitos neuronales, permitió el desarrollo de la capacidad de aprendizaje y, consecuentemente, del conocimiento, que llevó a la expresión de nuevas conductas y al desarrollo cultural.

La arquitectura nerviosa de los mamíferos, especializada para la olfacción (que les permitía la búsqueda de alimentos, la facilitación del apareamiento y la detección de predadores), se fue transformando con la evolución en lo que constituye, en el ser humano, el sistema emocional y de memoria, llamado *sistema límbico*, que es entonces la estructura más antigua del cerebro, el *paleocórtex*. También evolucionó el lenguaje verbal con el desarrollo de áreas cerebrales de comprensión y expresión, de gran importancia para la vida de relación.

4. El *sistema límbico* se encuentra ubicado en la cara interna e inferior de cada hemisferio cerebral, integrado por varios núcleos con actividad específica: el *accumbens*, implicado en el proceso de gratificación –alimento, ganancias monetarias, anticipación de gratificaciones–, núcleo clave en la conversión de motivación en acción –nivel de deseo de un producto–; la *amígdala lateral*: afecto y solidaridad; la *amígdala media*: agresividad; la *ínsula*: desagrado por inequidad del trato desleal, muy activa cuando se

decide no comprar un producto por precio excesivo; el *septum*: sentimiento de placer, especialmente sexual; el *hipocampo*: relacionado con la memoria y el conocimiento, juntamente con la neocorteza; el *girus cingular*: relacionado con el libre albedrío; el *hipotálamo*, con el funcionamiento visceral y hormonal; y el *tálamo sensorial*, que efectúa el procesamiento de los estímulos externos.

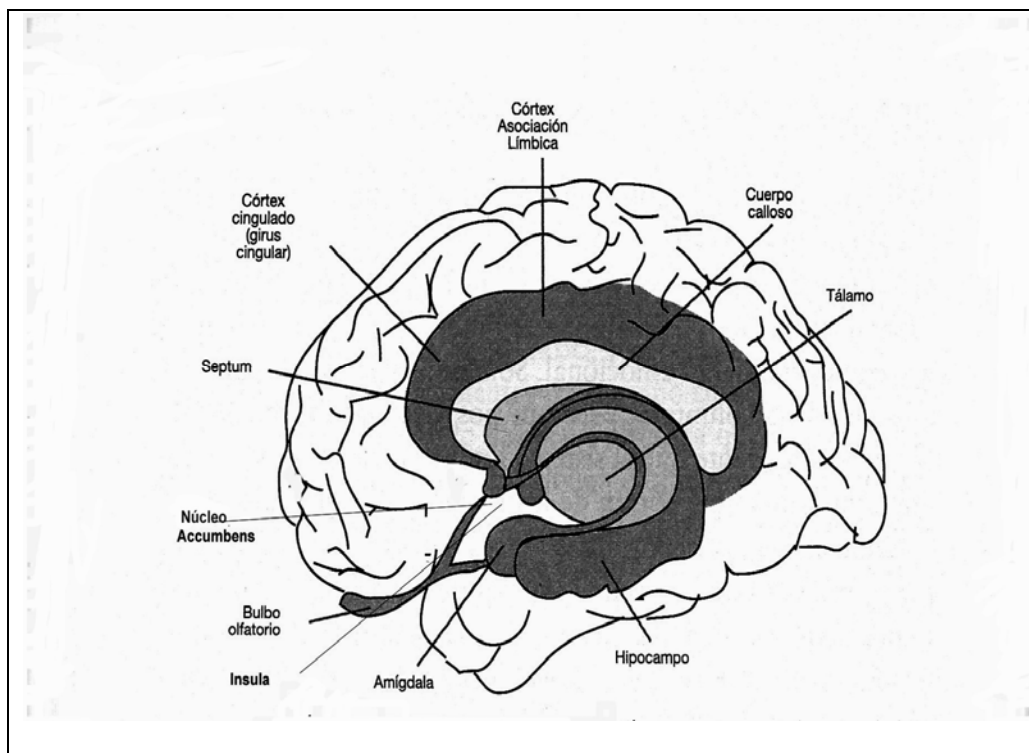


FIGURA 2: Vista sagital de un hemisferio del cerebro humano, donde se destacan las áreas relacionadas con los procesos decisivos. Las relacionadas con procesos cognitivos están ubicadas en la parte externa, o sea en la neocorteza, y las relacionadas con los procesos emotivos, en el interior.

5. Cubriendo por encima al *paleocórtex*, luego de muchos años de evolución, se desarrolló la *neocorteza*, donde tienen soporte la inteligencia y el conocimiento humanos, en los que está implicado también el

hipocampo. La corteza cerebral tiene cuatro lóbulos: *frontal*, *parietal*, *occipital* y *temporal*, en el interior de los cuales existen áreas diferenciadas, como las de asociación visual y auditiva.

La *corteza prefrontal*, ubicada por encima de la nariz y de los ojos, detrás de la frente, con un notable crecimiento durante la evolución, permite establecer estrategias y desarrollar programas. Está vinculada también al sentido de responsabilidad; ha sido llamada “ejecutiva”, pues toma impulsos de todas las regiones y las integra para establecer objetivos cercanos y lejanos y para planificar acciones vinculadas a estos objetivos. Coordina las emociones, controla lo que hacemos y evalúa los resultados. Está involucrada en el cálculo racional y en equilibrar el resultado esperado con el real de las decisiones monetarias. Durante la sensación de un buen negocio, muestra gran actividad. A menudo precede la decisión de compra. Todas estas estructuras, y muchas otras que no comentamos a los efectos de hacer menos complicado el análisis, trabajan en íntima relación y *casi simultáneamente*. En un estudio funcional del cerebro, realizado con los procedimientos técnicos actuales, durante la compra de un producto –teniendo en cuenta los factores que normalmente juegan en ella, a saber: la presentación del producto y del precio y la decisión de compra o no, y por otra parte el deseo del producto, el precio que está dispuesto a pagar el interesado y la posibilidad de no compra– obtenemos los siguientes resultados: la preferencia del producto activa el *núcleo accumbens* –proceso de gratificación–; la diferencia –en menos– de precio activa la *corteza prefrontal media* –cálculo racional, buen negocio–; y si la decisión es no efectuar la compra, se activa la *ínsula* –pérdida de dinero–. Entonces, la

visión del producto y la predicción de compra activan el *núcleo accumbens*, pero la anticipación de pérdida monetaria –dolor– activa la *ínsula*. La activación de la *corteza prefrontal* será mayor cuanto menor sea el precio con respecto a lo que estábamos dispuestos a gastar. En todos los casos, los estudios demuestran una mayor concentración de sangre y oxígeno en las zonas correspondientes a los núcleos, que al activarse se hacen evidentes en la imagen obtenida. Recordemos que la materia gris¹¹ constituye el 40% de la masa cerebral, la cual consume el 94% del oxígeno total del cerebro debido a los pulsos eléctricos –potenciales de acción– que permiten a las neuronas comunicarse unas con otras. Otro ejemplo del funcionamiento de estos circuitos neuronales es el dado por Camerer, Loewenstein y Prelec (2005): ¿qué sucede si a un invitado a cenar se le acerca un plato de *sushi*? Sus ojos miran el *sushi*, y a través de los nervios ópticos el estímulo va a la corteza visual occipital donde se reproducen formas, líneas, etc... Desde allí, el impulso va a la *corteza visual temporal inferior*, que, mediante un mecanismo muy complicado de memoria almacenada de la representación de objetos, permite reconocer ese alimento. Esta imagen sigue su curso a la *corteza orbito-frontal*, que valora el objeto reconocido –a la información se suma la utilidad–. Pero la valoración depende de la historia personal sobre el *sushi* –si antes produjo malestar, trabaja la *amígdala*; si hay apetito, se activa el *hipotálamo* (sensible a la sensación de hambre). Si hay apetito y gusta el *sushi*, la corteza motora guía el brazo para llevar el alimento a la boca. Si hubiera información sobre el riesgo de comer pescado crudo, pueden darse

¹¹ “Cuando observamos el interior del cerebro o de la médula espinal, a simple vista nos llama la atención que hay zonas de color gris rosáceo y otras de color blanco. Las zonas grisáceas se denominan *sustancia gris* y es donde se encuentran los cuerpos neuronales. Las zonas blancas reciben el nombre de *sustancia blanca*, y están formadas por haces de axones revestidos de mielina y células de glia”. (Acarin Tusell, 2001).

dos alternativas: comerlo, si socialmente no hay otro remedio, o esconderlo en la servilleta cuando el anfitrión no mire. Este pensamiento implica sentimientos anticipados, recuerdos almacenados en el hipocampo, participación del sistema límbico y planeamiento en la corteza prefrontal.

6. Comentaremos ahora algunas características del mecanismo funcional de la conducta. El cerebro implementa, la mayoría de las veces, procesos automáticos, que son realizados sin esfuerzo mental y que no implican actividad cognitiva. Para el funcionamiento diario, la conducta está condicionada por sistemas de tono emocional, los cuales permiten regular adecuadamente el habitual sistema deliberativo. En consecuencia, la conducta humana es una resultante de la interacción tanto de procesos controlados y automáticos como de sistemas afectivos y cognitivos. Los procesos controlados son activados cuando una persona se enfrenta con un problema, lo que supone un sentimiento subjetivo de esfuerzo, como recordar los pasos necesarios para resolverlo (evaluar la compra de una casa o resolver una ecuación matemática).

Los procesos automáticos no acceden a la conciencia, se producen casi sin esfuerzo, facilitan respuestas rápidas y, en cierto tipo de tareas, como la identificación visual, por ejemplo, dan al cerebro un notable poder. Al no ser accesibles a la conciencia, los procesos automáticos tienen poca penetración introspectiva, ya que el individuo generalmente no sabe por qué procedió en la forma en que lo hizo. Los procesos automáticos cognitivos se concentran en las regiones occipital, parietal y temporal del cerebro. La *amígdala* es el sitio de importantes respuestas automáticas afectivas.

Los procesos controlados operan fundamentalmente en las regiones orbital y prefrontal del cerebro. Recordemos que a la *corteza prefrontal* se la considera como la región ejecutiva por excelencia.

Los procesos automáticos –afectivos o cognitivos– están latentes todo el tiempo, aun durante el sueño. Los procesos controlados ocurren en circunstancias especiales ante hechos inesperados. La conducta del hombre cursa entonces entre razones y pasiones (procesos cognitivos y afectivos).

Los procesos afectivos inducen a la actitud de actuar o dejar de hacerlo. Los procesos cognitivos analizan si algo es verdadero o falso, pero para influenciar la conducta deben operar a través del sistema afectivo. Sin embargo, en muchas circunstancias el conocimiento es capaz de controlar la emoción. Los procesos automáticos, no accesibles a la conciencia, se desarrollan en paralelo: si el cerebro debe realizar dos acciones simultáneamente, busca un equilibrio que reconcilie el resultado final.

También tienen especialización, ya que distintas partes del cerebro poseen diferentes estructuras y propiedades funcionales y operan en coordinación como sistemas funcionalmente especializados, por ejemplo las áreas de Broca y Wernicke para la expresión y comprensión del lenguaje, la amígdala para el sentido del olfato, el miedo y la ira. Asimismo, los procesos automáticos tienen coordinación, es decir que para realizar correctamente una tarea usan los sistemas especializados y recurren a menudo al área prefrontal –región de control de los procesos–, hasta que con el tiempo perfeccionan la actividad concentrándola en áreas especializadas en el proceso en cuestión. Por las limitaciones que tienen los procesos controlados, el cerebro automatiza permanentemente el

procesamiento de las tareas. Si se repite el empleo de sistemas especializados, después de algún tiempo pueden producirse cambios anatómicos en el área correspondiente. La emoción juega un papel dominante en la conducta. Mucha gente puede manifestar su gusto o disgusto por algo con más rapidez que identificar ese algo. La distinción entre procesos afectivos y cognitivos, entre procesos automáticos y controlados, es útil para tratar de comprender el maravilloso funcionamiento del cerebro, pero es bueno entender que la conducta en todas las circunstancias y los juicios es siempre la resultante de la interacción de todos estos procesos. La importancia de la afectividad en la toma de decisiones se pone de manifiesto cuando sentimos íntimamente lo que sabemos que estamos haciendo. El mecanismo de cómo interactúan los sistemas afectivos y cognitivos en el control de la conducta es todavía desconocido. La conducta humana es, entonces, la resultante de la interacción de dos sistemas: el sistema deliberativo, que valora las opciones con una perspectiva amplia basada en un objetivo, y el sistema afectivo, que contiene impulsos emocionales y motivadores. La conducta deliberativa se desarrolla fundamentalmente en la corteza prefrontal y la conducta emocional se desarrolla en la *corteza límbica*, especialmente el *tálamo* y la *amígdala*. Pero como señalamos antes, ambos sistemas interactúan. Existen conexiones nerviosas entre el sistema límbico y la corteza prefrontal, a través de las cuales uno influye sobre la otra, y viceversa. Por ejemplo, si el sistema afectivo informa la sensación de hambre al sistema deliberativo, estimula la decisión de comer. Pero también el sistema deliberativo puede influir sobre el sistema afectivo tratando de controlar las motivaciones de

este. No obstante, las conexiones del sistema emocional sobre el deliberativo son potentes, mientras que el control de la conciencia sobre las emociones es débil. Los intentos del sistema deliberativo por superar las motivaciones necesitan un esfuerzo cognitivo, o bien lo que habitualmente llamamos “fuerza de voluntad”. Baumeister y Vohs (2003) mostraron en sus investigaciones que la toma de decisiones puede debilitar la fuerza de voluntad, quizás por la participación de la corteza prefrontal, que también está involucrada en la autorregulación. Dependiendo de la relativa influencia de los dos sistemas, en ciertas circunstancias la misma persona puede conducirse en forma distinta ante situaciones similares.

IV. Las herramientas de la neuroeconomía

1. Con el avance de modernas técnicas científicas, inocuas, con registros digitales que permiten reproducirlos y revisarlos, se logra conocer qué sucede en el cerebro humano cuando razona, analiza alternativas, toma decisiones económicas y predice la conducta de otros agentes económicos.

Las neuronas de los cinco sentidos (vista, audición, gusto, olfato y tacto) conducen la información del medio ambiente desde la periferia hasta el sistema nervioso central, donde los centros cerebrales, que son agrupaciones de neuronas con funciones similares, la interpretan, la procesan y generan las respuestas, que van en sentido contrario, desde el sistema nervioso central hasta la periferia, en forma de acciones motoras. Este trabajo neuronal hace que el cerebro sea el órgano del cuerpo que más consume oxígeno y glucosa (hidrato de carbono)¹². Cuando un centro nervioso está

¹² El cerebro representa el 2,5% del total del peso del cuerpo humano, pero consume el 20% de la energía.

trabajando, aumenta el consumo de combustible, que para el cerebro son los hidratos de carbono de la dieta y el oxígeno. Estos, en los cuerpos neuronales, reaccionan generando energía calórica y, como residuo, agua y anhídrido carbónico. La energía debe ser conservada, para lo cual las células transforman la energía calórica en energía química, sintetizando en sus mitocondrias adenosintrifosfato (ATP), la fuente de energía química más poderosa que se conoce, que puede almacenarse, con la posibilidad de ser reutilizada ante demanda, pasando de ATP a adenosindifosfato (ADP).

Los modernos métodos científicos de investigación permiten visualizar y grabar imágenes cerebrales, y se basan en el hecho de que las diferentes regiones del cerebro, cuando se activan, necesitan mayor energía, con mayor demanda de ATP almacenado en las neuronas, y también de glucosa y oxígeno, que provienen de la circulación vascular.

2. Las imágenes cerebrales son las herramientas más utilizadas por los neuroeconomistas. Para analizar una hipótesis de trabajo determinada se procede de la siguiente manera: se selecciona un grupo de personas voluntarias y se las instruye para evitar toda tensión o carga psicológica. Se les toman imágenes cerebrales tomográficas sucesivas, las primeras en reposo y luego en distintos momentos, por ejemplo, durante la toma de una decisión económica. Luego se comparan las diferentes imágenes obtenidas, analizando cuáles son los centros nerviosos que entraron en actividad, y en qué orden lo hicieron en el tiempo. Por último, los resultados obtenidos se analizan estadísticamente.

3. El antiguo electroencefalograma (EEG) es el primero de los métodos de imágenes cerebrales usados. Es el gráfico que se obtiene por el registro de los potenciales eléctricos de las neuronas del cerebro, mediante electrodos que se fijan en el cuero cabelludo, con electroencefalografías previas y después del estímulo.

4. La tomografía de la emisión de positrones (PET) estudia las áreas en actividad que requieren oxígeno y glucosa rápidamente. El marcador en estos casos es un átomo de oxígeno radiactivo que tiene un núcleo inestable que emite positrones (electrones de carga positiva). Se inyecta por vía intravenosa y es detectado por sensores pegados al cuero cabelludo y así se identifican los centros nerviosos activados por la congestión y consumo de oxígeno radiactivo.

5. Las imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI) son, sin lugar a duda, la técnica más utilizada, sobre todo porque no requiere inyectar ninguna sustancia y es totalmente inocua. La fMRI rastrea el flujo sanguíneo cerebral usando los cambios de las propiedades magnéticas de la hemoglobina, transportada por los glóbulos rojos de la sangre¹³ en forma de oxihemoglobina, la cual genera ondas magnéticas de radiofrecuencia (RF), que pueden ser monitoreadas en presencia de un campo magnético. El consumo de oxígeno de las neuronas en el proceso da una imagen de la actividad de los diferentes centros neuronales y de las regiones cerebrales¹⁴. Esta técnica capta áreas de 3 mm de espesor y mide eventos que tienen lugar en segundos, mostrando centros en actividad en forma simultánea o sucesiva expuestos a tareas económicas específicas, procesos automáticos del cerebro límbico, procesos controlados corticales, procesos afectivos amigdalinos y procesos cognitivos. Un

¹³ Ver Hornak (2004).

¹⁴ Ver Logothetis, Pauls, Augath, Trinath y Oewltermann (2001).

núcleo cerebral no realiza sólo una función en forma completa, sino que varios núcleos cerebrales participan en ella, y no siempre de igual manera. Por ejemplo, cuando escuchamos una conversación, el centro que participa en último término es el *área occipital de Wernicke*, pero cuando articulamos la palabra, el que lo hace es el *área parietal de Brocca*.

6. Las imágenes de la tensión de difusión (DTI) constituyen una nueva variante de la fMRI, que permite explorar la manera en que el rápido flujo de agua se desplaza en el axón revelando la trayectoria del estímulo nervioso que conecta una región neuronal con otra. Estas imágenes son utilizadas para comprender el funcionamiento de los circuitos neuronales y son un complemento importante para la fMRI con imágenes que sólo muestran la actividad en múltiples centros cerebrales aislados. El cerebro, como hemos visto, está compuesto por distintas regiones anatómicas que no son autónomas, sino que constituyen un cohesivo e integrado sistema organizado en un misterioso camino de senderos, por lo que es imposible comprender cómo trabaja el cerebro, estudiando una región particular en el tiempo.

6. El método magnético encéfalográfico (MEG) mide los campos magnéticos generados por las diferentes actividades eléctricas del cerebro con una unidad de tiempo de un milisegundo, pero sólo es utilizado para estudiar regiones superficiales del cerebro, por lo tanto es un método de gran potencial para estudiar procesos de fisiología neuronal que se producen más rápido en la unidad tiempo y en volúmenes cerebrales más pequeños.

7. Para obtener mejores resultados, estos métodos de imágenes cerebrales se pueden asociar. El MEG y el EEG tienen una excelente resolución temporal, en unidades de tiempo de milésimas de segundo, pero sólo permiten estudiar la parte externa del cerebro. La fMRI en unidad de tiempo tiene una resolución de segundos en espacios de 3 mm cúbicos en todas las áreas del cerebro, tanto superficiales como profundas. El PET tiene buena resolución espacial pero es pobre en el tiempo, ya que el aporte de sangre a las áreas de actividad nerviosa demora segundos. Esto muestra que los estudios actuales de imágenes cerebrales combinados pueden medir la actividad de 3 mm de diámetro del cerebro donde participan miles de neuronas y millones de circuitos¹⁵.

8. Se puede mensurar y graficar la función y actividad de una neurona mediante finísimos insertos dentro del cerebro, pero la inserción del alambre daña la neurona, lo que limita la investigación a experiencias con animales. Sin embargo, estos estudios son también muy útiles para comprender el funcionamiento del cerebro humano porque muchas estructuras cerebrales y funciones son similares.

9. El cerebro está hecho de distintas regiones anatómicas, pero estas no son autónomas, sino que constituyen un cohesivo e integrado sistema organizado en un misterioso camino de senderos. Por lo tanto, para comprenderlo es necesario estudiarlo en su totalidad.

V. Algunos logros en el estudio del comportamiento económico y en los procesos decisivos

¹⁵ De las técnicas descritas, vale la pena destacar que las dos primeras, EEG y PET, fueron utilizadas en un principio, pero la fMRI es actualmente la más usada. El DTI y el MEG constituyen técnicas poco usadas hasta ahora, pero merece la pena tomarlas en cuenta para tener una idea de los progresos que pueden lograrse en el futuro.

En los últimos tres años han aparecido una cantidad muy grande de trabajos que aplican los conocimientos y técnicas descriptas anteriormente, y en esta sección, con carácter ilustrativo, vamos a describir algunas de las experiencias realizadas con el objeto de mostrar la forma en que trabajan quienes se dedican a este tipo de estudios, y presentar algunos de los logros que consideramos más importantes.

1. La primera es un trabajo realizado por Knutson, Rick, Wimmer, Prelec y Loewenstein (2007). Estos investigadores parten del supuesto microeconómico de que los agentes económicos toman sus decisiones de compra sobre la base de sus preferencias y de los precios de mercado, y utilizando fMRI investigan cómo las personas evalúan sus decisiones y cómo las distintas partes del cerebro se activan ante perspectivas de ganancia o de pérdida. La preferencia de un producto activa el *núcleo accumbens*, mientras que los precios excesivos activan la *ínsula* y desactivan la *corteza prefrontal*. Luego de someter a 19 personas al experimento, donde se les permite comprar una serie de productos a precios reducidos en diferentes proporciones, con una cantidad de dinero que se les regala, analizan la respuesta de cada uno y estiman un modelo de regresión múltiple del tipo “logístico”, donde la variable endógena es una binaria en la que 1 significa compra y 0 no compra, y las variables exógenas son la desviación del precio respecto del normal, las preferencias del agente y el nivel de activación o desactivación de las tres partes del cerebro precitadas. Los investigadores obtienen resultados significativos en las regresiones estimadas y concluyen

que el pago del precio en efectivo es algo más rechazado que el pago con medios crediticios, lo que explicaría el auge de esta forma de pago en la economía contemporánea. En la figura 3 se aprecia la imagen que los autores presentan de la aplicación de la fMRI, donde se puede ver la forma en que se analiza el comportamiento del cerebro.

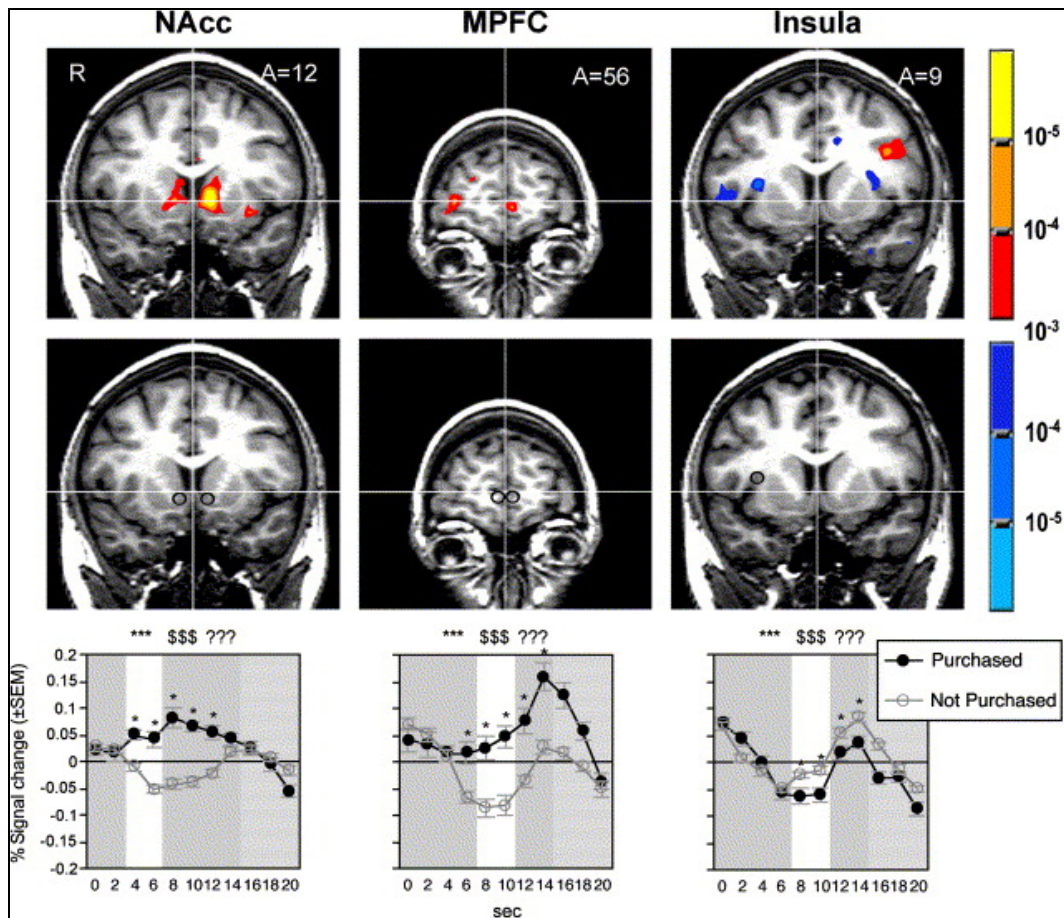


Figura 3¹⁶. Fila superior, de izquierda a derecha: correlaciones asociadas de la activación del núcleo accumbens (NAcc) durante el período de cada producto; activación de corteza prefrontal medial (MPFC); activación de la ínsula con la decisión de compra durante el período de elección (n=26).

Fila media, de izquierda a derecha: volúmenes de interés superimpuestos en las imágenes estructurales del NAcc bilateral, MPFC bilateral e ínsula derecha.

Fila inferior, de izquierda a derecha: activación bilateral del NAcc en el curso temporal cuando los productos son comprados o no; activación temporal de la MPFC y la ínsula derecha (blanca, divergencia prevista; ***, período del producto; \$\$\$, período del precio; ???, período de elección; n= 26, P < 0.05, barra de errores = SEM).

¹⁶ Reimpreso de (2007) Knutson, B., Elliot Wimmer, G., Prelec, D. y Loewenstein, G. "Neural Predictor of Purchases", *Neuron*, pp. 147-156, *copyright* con autorización de Elsevier.

2. Otro ejemplo es el trabajo de Kuhnen y Knutson (2005), en el que los autores analizan las desviaciones de la racionalidad que tienen lugar al tomarse decisiones financieras. Utilizando también fMRI, analizan si las anticipaciones de la actividad neurológica pueden predecir decisiones financieras óptimas o subóptimas. La activación del *núcleo accumbens* precede a elecciones menos riesgosas, mientras que la activación de la *ínsula* precede a anticipación de pérdidas. La excesiva activación de esos circuitos puede llevar a errores en las decisiones relacionadas con inversiones.

3. Dentro de esta línea se inscribe también otro de los experimentos más conocidos, que está descrito en trabajo de Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom y Cohen (2003), en el que analizan las respuestas de 19 personas que son enfrentadas a otras tantas a través de un computador, después de conocerse personalmente. Se pone en poder de la primera la suma de diez dólares. Esta debe proponer a la segunda una forma de distribuirlos. Si la segunda acepta, cada uno queda con su parte, pero si la segunda considera inapropiada la oferta, los diez dólares son devueltos. La respuesta *racional* sería aceptar cualquier cifra, pero lo que pone de manifiesto este experimento es que si la oferta es inapropiada, resulta rechazada. En el caso que referimos, las ofertas de 50%-50% fueron todas aceptadas, pero las ofertas 80%-20% fueron rechazadas en la mitad de los casos. Esto indica una presencia de las emociones en la toma de decisiones, por lo que procedieron a analizar lo que sucede en el interior del cerebro por medio de fMRI, y encontraron que las ofertas consideradas “inapropiadas” por los participantes están asociadas con activación de la *ínsula*, de la *corteza prefrontal dorsolateral* y la *corteza*

anterior del giro cingular. La activación de la primera es una observación interesante, porque está asociada con el disgusto, el desagrado, el dolor, el hambre y, en general, con estados emocionales negativos.

4. Loewenstein y O'Donoghue (2004) van un paso más adelante. Parten de los hechos que hemos descrito precedentemente. Si bien el modelo neoclásico supone un agente económico con un solo centro decisorio, el deliberativo, ha funcionado relativamente bien al explicar la conducta económica, tanto del consumidor que maximiza su utilidad, como del empresario que organiza eficientemente su empresa, del delincuente que se enfrenta al riesgo de ser apresado si delinque, de quien toma de la decisión de casarse o de tener hijos. La neuroeconomía nos confirma que existen dos sistemas decisorios: el *afectivo* y el *deliberativo*. El primero corresponde a las partes internas del cerebro, es decir, las más primitivas en la etapa evolutiva, y el segundo se halla radicado en la corteza cerebral y aparece en estadios más recientes del proceso evolutivo. El sistema *afectivo* está relacionado con emociones que tienen efectos sobre las motivaciones de la conducta humana, con un componente valorativo siempre presente, ya sea biológico (temor, hambre, deseo sexual) o social (simpatía, odio, desconfianza), y opera generalmente en forma inconsciente. El sistema *deliberativo*, por el contrario, actúa evaluando lo que percibe el sistema *afectivo*, con el que está ligado por conexiones nerviosas biunívocas, y sobre el que ejerce cierto poder al disponer de su fuerza de voluntad para corregir la conducta que se seguiría si existiera solamente el sistema afectivo, como ocurre con los animales más primitivos. Los estímulos pueden afectar la parte afectiva solamente, o

también a la parte deliberativa, y en función de la evaluación de ambos sistemas va a definirse la conducta por seguir. Con estos supuestos, que son los aportes básicos de la neuroeconomía, van un paso más adelante al construir un modelo matemático que les permite formalizar esta relación. Suponen que el ser humano enfrenta una función por minimizar, que es el costo de su comportamiento. Una parte del costo es la diferencia entre lo que el sistema deliberativo desea y lo que obtiene en última instancia, y otra parte del costo es el esfuerzo que debe hacer el sistema deliberativo para torcer el impulso de actuar de determinada manera.

$$(1) \quad [U(x^D, c(s), a(s)) - U(x, c(s), a(s))] + h(W, \sigma)[M(x^A, a(s)) - M(x, a(s))]$$

donde U es una función de utilidad; x , el curso de acción elegido, de un conjunto X ; los supraíndices D y A indican las conductas óptimas para los sistemas deliberativo y afectivo respectivamente; s es un vector de estímulos; $a(s)$ y $c(s)$ son los vectores de estados afectivos de los sistemas afectivo y deliberativo respectivamente, relacionados con esos estímulos; h es el esfuerzo necesario para corregir el deseo que proviene del sistema afectivo, función del poder de la voluntad, W y de elementos que la debilitan, σ , y M son los cursos de acción del sistema afectivo.

Este modelo nos dice que el sistema deliberativo está sujeto a dos fuerzas: una proveniente del propio sistema deliberativo y otra del sistema afectivo. Si el primero primara totalmente sobre el segundo, la conducta seguida sería x^D , y si primara solamente el afectivo, la conducta sería x^A . Sin embargo, lo que ocurre generalmente (pero no siempre) es que se llega a un punto intermedio entre ambas posiciones extremas. Los autores aplican este modelo a tres

problemas diferentes: la preferencia intertemporal, el comportamiento ante el riesgo y el altruismo. En los tres casos llegan a la conclusión de que el sistema afectivo comparte la regulación de la conducta con el sistema deliberativo, y que las conductas totalmente racionales, derivadas del sistema deliberativo, no siempre son las que encontramos en la realidad.

5. Otra línea metodológica se basa en el análisis de los efectos de ciertos neurotransmisores, tal como hace Zak (2004) con los efectos de la oxitoxina, mediante el estudio del comportamiento de personas que son sometidas a experimentos donde deben dejar explícito si confían o no en su contraparte. En esos casos, el investigador midió sus niveles de oxitoxina y encontró que los niveles elevados están asociados con conductas que revelan confianza en las otras personas. Dado que la confianza entre los miembros de la sociedad tiene implicancias en el desarrollo, como demuestra en un trabajo anterior (ver Zak y Knack, 2001), estos experimentos también constituyen un aporte destacado.

6. Cohen (2005) considera la conducta humana en función de su evolución desde formas más primitivas, en las que la corteza cerebral aún no existía. Considera que el cerebro es una confederación de mecanismos que a veces actúan juntos, pero en otras ocasiones compiten entre sí. Este autor describe un experimento en el que se analiza la conducta de distintas personas ante el dilema de evitar la muerte de cinco individuos sacrificando a un sexto. Cuando la decisión debe tomarse a distancia de los hechos, aceptamos la sugerencia de la corteza y actuamos racionalmente, evitando la muerte de

cinco a costa de la muerte del sexto. Pero cuando estamos inmersos en el problema, cerca de los hechos, pareciera tener prioridad la parte límbica del cerebro, y somos renuentes a sacrificar a esa sexta persona. Cohen atribuye esto al hecho de que nuestros ancestros no tenían posibilidad de actuar a gran distancia, pero sí a aquella a la que podía llegar la piedra que arrojamos. La corteza, que habría sido consecuencia de un proceso de *vulcanización* del cerebro, ha generado un sistema tecnológico que ha superado nuestra capacidad emocional. Es una tarea muy complicada producir un artefacto nuclear, pero es muy sencillo presionar un botón para arrojarlo. Esto podría implicar que la evolución del ser humano lo ha conducido a una encrucijada de difícil solución, por haberse desarrollado la corteza cerebral, capaz de enormes progresos que tal vez no se habrían producido en el cerebro límbico, y que significaría, en ese caso, que *la evolución ha tomado un bocado de la manzana del Edén*.

7. Koenings, Young, Adolphs, Tranel, Cushman, Hauser y Damasio (2007) analizan si las emociones juegan un rol causal en los juicios éticos, y cómo contribuyen a ese fin las distintas áreas del cerebro. Analizan la conducta de seis pacientes que presentan lesiones en la corteza ventromedial prefrontal, (una región del cerebro necesaria para el control de las emociones, y particularmente de emociones sociales), los cuales tienen un comportamiento extremadamente utilitario al decidir sobre dilemas de tipo moral. Este tipo de trabajos nos ilustra acerca de la forma en que los daños en el cerebro pueden constituir una forma alternativa de estudiar su funcionamiento.

8. Los trabajos descritos precedentemente son una muestra, a los efectos de exponer la forma en que trabajan los neuroeconomistas. Pero existen muchos otros trabajos, aparecidos casi todos en los últimos cuatro años, que analizan los temas más diversos. Por ejemplo, entre los que consideramos de mayor interés, encontramos estudios sobre la cooperación entre dos personas, donde se demuestra que requiere habilidad en cada participante para inferir el estado mental de la otra persona (McCabe, Houser, Ryan, Smith y Trouard, 2001), o análisis de la conducta ante el *dilema del prisionero* (Rilling, Gutman, Zeh, Pagnoni, Berns y Kilts, 2002). La relación entre el derecho y la neuroeconomía es estudiada, entre otros, por Chorbát, McCabe y Smith (2005), mientras que Glimcher estudia la conducta humana cuando es analizada desde la perspectiva de la teoría de los juegos y la neuroeconomía (Glimcher, 2003).

VI. Neuroeconomía y economía

Los resultados de los trabajos que hemos comentado en la sección anterior son solamente algunos pocos ejemplos de los muchos publicados recientemente sobre el funcionamiento de los procesos decisorios, y el objetivo que perseguimos al referirlos, más allá de los conocimientos que ellos han aportado, es mostrar cómo funciona esta herramienta de la que disponemos desde hace relativamente poco tiempo, y que promete avances que no podemos predecir todavía, pero que creemos que pueden ser de mucha importancia.

Cuando reflexionamos sobre la relación entre la neuroeconomía y la economía, ante todo, nos formulamos una primera pregunta: ¿la neuroeconomía es una parte más de la corriente conocida como *behavioral economics* o es algo diferente (aunque relacionado)? Nos inclinamos por la segunda alternativa, dado que los planos en los que se analizan una y otra son diferentes. Mientras en el primer caso estudiamos cuántas personas responden positivamente a un estímulo cualquiera, en el segundo miramos dentro de su cerebro, de algunas de las formas que analizamos más abajo, para ver qué sucede en su interior, y hemos llegado al análisis de las reacciones químicas que influyen en las conductas¹⁷. Estamos, por lo tanto, ante un problema de metodología económica, y debemos analizar esta nueva forma de mirar la conducta humana y las causas que la determinan. Pero también es preciso tener presente que influyen sobre la psicología, que luego incide sobre la economía, es decir que existen efectos directos e indirectos.

La segunda pregunta es ¿estamos haciendo economía cuando nos introducimos en las profundidades del comportamiento humano, llegando hasta el análisis de las partes más profundas de su cerebro? Simon (1978) dice que si le hubiéramos formulado la pregunta a Friedman, la respuesta hubiera sido negativa. Sin embargo es un tema abierto a discusión y presenta un importante problema de demarcación, que nos presenta límites borrosos entre nuestra ciencia y las otras que analizan el comportamiento humano.

Los experimentos en economía tiene la característica de ser *pasivos*, lo que quiere decir que tomamos los hechos que provienen de la naturaleza, pero sin poder influir sobre su curso, algo similar a lo que sucede a los astrónomos.

¹⁷ Nos apartamos aquí parcialmente de la opinión de Camerer y Loewenstein (2004).

Existe un proceso subyacente que genera información que debemos interpretar, como ocurre cuando analizamos el comportamiento del Producto Bruto de un país en un período determinado. En las ciencias naturales, el experimento tiene el carácter de *activo*, es decir que es realizado por el investigador de manera tal que puede repetirlo todas la veces que desee, tal como hacen los físicos y los biólogos, entre otros, pero son bastante poco comunes en la ciencias sociales. Los métodos de la neuroeconomía son una forma de acercarnos a este último tipo de experimentos, por lo que implican una forma diferente de realizar la tarea científica¹⁸, más parecida a la que utilizan quienes se dedican al análisis del comportamiento, a lo que nos hemos referido más arriba.

Las cuestiones que hemos analizado están asociadas con los principios básicos de la conducta humana, por lo que son comunes a todas las ramas de la economía, y por esa razón son de interés para todos los economistas, aunque se dediquen a áreas de estudio que aparentemente no están relacionadas. Hacen a los fundamentos mismos de la economía en su forma más elemental y primaria.

VII. Conclusiones

Chorbat y McCabe (2005) comparan el avance que implica la neuroeconomía con el conocimiento que implica levantar el capot de un automóvil y estudiar su motor. Antes de hacerlo podemos saber mucho sobre su comportamiento, ya que podemos medir, por ejemplo, la velocidad máxima en cada cambio o

¹⁸ Juselius (2006) detalla las diferencias entre estas dos formas de análisis, describiendo los aportes semanales de Haavelmo.

el consumo de combustible. Pero si estudiamos el motor en su interior, podremos comprender, por ejemplo, la relación entre consumo de oxígeno y de combustible al conocer cómo funciona el sistema de carburación, y recién entonces podremos comprender la razón por la cual funciona deficientemente en zonas muy elevadas sobre el nivel del mar.

Una buena descripción de los aportes de la neuroeconomía con respecto al modelo que usamos habitualmente está expresada por Camerer, Loewenstein y Prelec (2005), cuando señalan:

Economics proceeds on the assumption that satisfying people's wants is a good thing. This assumption depends on knowing that people will like what they want. If likes and wants diverge this will pose a fundamental challenge to standard welfare economics. Presumably welfare should be based on "liking". But if we cannot infer what people, like from what they want and choose then an alternative method of measuring liking is needed, while avoiding an oppressive paternalism.

Por lo tanto, la neuroeconomía puede ayudarnos a realizar una reformulación de las políticas públicas, para que tengan en cuenta ciertas características de la naturaleza humana, porque de lo contrario el sistema económico podría ser incompatible con las necesidades de los seres humanos.

Por otra parte, pareciera que los avances en neurociencia están convalidando la teoría de Kahneman, que hemos expuesto precedentemente, que nos habla de un Sistema 1 basado en la intuición y un Sistema 2 relacionado con el razonamiento, llegando a una conclusión similar por un camino diferente.

No significa cuestionar el principio de racionalidad el hecho de suponer que los seres humanos son irracionales, porque sería imposible analizar su

conducta, que se transformaría en aleatoria, sino analizar la conducta humana desde una perspectiva más amplia, donde la racionalidad sea interpretada con mayor propiedad.

¿Es posible construir una teoría económica si renunciamos al postulado de racionalidad? La respuesta de Arrow (1987) es afirmativa, y contradice a John Stuart Mill, quien afirma que es imposible construir una teoría económica sin el concepto de competencia. Sostiene que, por ejemplo, podrían construirse modelos que tuvieran en cuenta la formación de hábitos. Además, tanto la inflexibilidad del mecanismo salarios-precios de la economía keynesiana, como la función de demanda por dinero, entre otros elementos de la macroeconomía moderna, son difícilmente compatibles con la maximización de la utilidad por parte de los agentes económicos. Los procesos de optimización pueden dividirse en dos clases: aquellos que realiza el agente económico en soledad, cuando en el supermercado decidimos qué vamos a comprar, o los que hacemos compitiendo con otros agentes, como cuando deseamos un trabajo que también desean otras personas. En la primera situación, el agente económico buscará su equilibrio en el sentido neoclásico, y en el segundo un equilibrio de Nash. Los procedimientos comentados son más útiles para analizar la segunda situación, que es obviamente mucho más complicada¹⁹.

¿Cuál será el destino de esta línea de análisis en la economía? Es difícil saberlo, ya que recién comienza, y como ha ocurrido con muchas otras escuelas y metodologías, ha tenido un inicio explosivo. Pero puede ser que caiga pronto en el olvido, o que mantenga su presencia a lo largo del tiempo.

¹⁹ Ver Zak (2004).

Nos inclinamos, aunque intuitivamente, por esta segunda alternativa. En caso de ser así, tendríamos la posibilidad de comprender mejor el funcionamiento de los procesos decisorios y de esta manera poder crear las condiciones para que los seres humanos obtengan mayor bienestar y felicidad. La forma de analizar la maximización de la utilidad como una corriente temporal que se actualiza en función de una tasa de preferencia intertemporal, sujeta a la restricción presupuestaria, mediante multiplicadores de Lagrange, es sin duda un modelo elegante. También lo es el análisis microeconómico de la conducta de las empresas cuando maximizan sus beneficios, pero cuando aplicamos el sentido común nos surge la duda sobre si los seres humanos en la vida real toman sus decisiones haciendo esos cálculos tan sofisticados. Como se trata de una cuestión que hace al fundamento más profundo de la conducta humana, todo lo que hagamos para aclararla será de gran valor científico.

REFERENCIAS

Acarin Tusell, N. (2001) *El cerebro del Rey*. Buenos Aires: Nuevo Extremo.

Ainslie, G. (1992) *Psicoeconomics*. Cambridge: Cambridge University Press.

Arrow, K. (1987) “Economic Theory and the hypothesis of rationality”, en *The New Palgrave*. Londres: The Macmillan Press Limited.

Aumann, R. (2005) “War and Peace”. Prize Lecture.
http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/

Caldwell, B. (1982) *Beyond Positivism: Economic Methodology in the Twentieth Century*. Londres: George Allen & Unwin.

Baumeister, R. y Vohs, K. (2003) “Willpower, Choice and Self Control”, en G. Loewenstein G. y D. Read (ed.) *Time and Decision: Economic and Psychological Perspectives on Intertemporal Choice*. New York: Russell Sage Foundation.

Camerer, C. y Loewenstein, G. (2004) “Behavioral Economics: Past, Present, Future”, en Camerer C. y Loewenstein G. (ed.) *Advances in Behavioral Economics*. Princeton: Princeton University Press.

Camerer, C., Loewenstein, G. y Prelec, D. (2005) “Neuroeconomics: How Neuroscience can inform to Economics”, en *Journal of Economic Literature*, Vol. XLIII. No. 1.

Chorbat, T. y McCabe, K. (2005) “Neuroeconomics and Rationality”, en *George Mason University School of Law. Working Paper Series. Paper 29*.

- Cohen, J. (2005) “The Vulcanization of the Human Brain”, en *Journal of Economic Perspectives*, Vol 19. No. 4.
- Fudenberg, D. (2006) “Advances Beyond *Advances in Behavioral*”, en *Journal of Economic Literature*, Vol. XLIV, No. 3.
- Glimcher, P. (2003) *Decisions, Uncertainty and the Brain. The Science of Neuroeconomics*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Hornak, J. (2004) “The Basics of MRI”.
<http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/contents.htm>.
- Hume, D. (1980) [1748] *Investigaciones sobre el conocimiento humano*. Madrid: Alianza Universidad.
- Hutchison, T. (1965) [1938] *The Significance and Basic Postulates of Economic Theory*. New York: August M. Kelley.
- Juselius, K. (2006) *The cointegrated VAR model*. Oxford: Oxford University Press.
- Kahneman, D. (2003) “Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics”, en *American Economic Review*, Vol 93. No. 5.
- Keynes, J. (1945) [1936] *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. Méjico: Fondo de Cultura Económica.
- Koenigs, M., Young, L., Adolph, R., Tranel, D., Cushman, F., Hauser, M. y Damasio, A. (2007) “Damage to the prefrontal cortex increases utilitarian moral judgements”, en *Nature*, Vol 446.
- Koppl, R. (1991) “Retrospective: Animal Spirits”, en *Journal of Economic Perspectives*, Vol 5. No. 3.

Knutson, B., Elliot Wimmer, G., Prelec, D. y Loewenstein, G. (2007) “Neural Predictor of Purchases”, en *Neuron*, enero, pp. 147-156.

Kuhnen, C. y Knutson, B. (2005) “The Neural Basis of Financial Risk Taking”, en *Neuron*, setiembre.

Loewenstein, G. y O’Donoghue, T. (2004). “Animal Spirits: Affective and Deliberative Influences on Economic Behavior”, en *Working Paper*.

Logothetis, N., Pauls, J., Augath, M., Trinath, T. y Oeltermann, A. (2001) “Neurophysiological Investigation of the Basis of the fMRI Signal”, en *Nature*, 412 (6843).

Mas-Colell, A., Whinston, M. y Green, J. (1995) *Microeconomic Theory*. Oxford: Oxford University Press.

McCabe, K., Houser, D., Ryan, L., Smith, V. y Trouard, T. (2001) “A functional imaging study of cooperation in two person reciprocal exchange”, en *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas211415698.

Pesendorfer, W. (2006) “Behavioral Economics Comes of Age: A Review Essay of Advances in Behavioral Economics”, en *Journal of Economic Literature*, Vol. XLIV, No. 3.

Rilling, J., Gutman, D., Zeh, T., Pagnoni, G., Berns, G., y Kilts, C. (2002) “A Neural Basis for Social Cooperation”, en *Neuron*, Vol 35. No. 2.

Sanfey, A., Rilling, J., Aronson, J., Nystrom, L. y Cohen, J. (2003) “The Neural Basis of Economic Decision-Making in the Ultimatum Game”, *Science*, Vol. 300.

Sen, A. (1987) “Rational Behavior”, en *The New Palgrave*. Londres: The Macmillan Press Limited.

Simon, H. (1997) *An Empirically Based Macroeconomics*. Raffaele Mattioli Foundation. Cambridge: Cambridge University Press.

Smith, A. (1941) [1759] *Teoría de los sentimientos morales*. Méjico: Fondo de Cultura Económica.

Szychowski, M. (2002) “Un nuevo hombre económico”, en *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Económicas*, Vol. XLVII.

Szychowski, M. (2006) “El capital social y la demanda neta del bien”. Documento de trabajo.

Zak, P. y Knack, S. (2001) “Trust and Growth”, en *Economic Journal*, abril.

Zak, P. (2004) “Neuroeconomics”. Center for Neuroeconomics Studies. Claremont Graduate University. Documento de Trabajo.