



UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

FACULTAD DE FILOSOFÍA

Máster Universitario en Filosofía Teórica y Práctica
Especialidad de Lógica, Historia y Filosofía de la Ciencia

Trabajo Fin de Máster

El modelo de la Teoría de Juegos Generalizada

Hacia una mejor contextualización del comportamiento social en el
marco de la Racionalidad Acotada

Autor: David Velasco Díaz

Tutor: Dr. José Francisco Álvarez Álvarez

Madrid, Febrero 2017

Resumen

Partiendo de una visión general de la Teoría de la Elección Racional, se identifican las críticas más importantes a este modelo y a los presupuestos de la Teoría de Juegos Clásica. Se exponen los caminos que abre Herbert A. Simon hacia los modelos de racionalidad acotada y las diferentes propuestas que desde la Teoría de Juegos se han ido construyendo para superar las limitaciones de la Teoría de Juegos Clásica. La complejidad de la conceptualización de la conducta humana implica la construcción de modelos más sofisticados y realistas capaces de superar las limitaciones conceptuales y empíricas que se han evidenciado en el Modelo de Elección Racional. La Teoría de Juegos Generalizada propone un modelo matemático capaz de conceptualizar y analizar juegos en un amplio contexto social.

Palabras-clave: Teoría General de Juegos; Teoría de la Elección Racional; Racionalidad Acotada; Dilema del Prisionero; Economía Conductual.

Abstract

Starting from a strategic and realistic vision of Rational Choice Theory, we identify the most important criticisms of this theory and premises of Classical Game Theory. We explain the paths opened by Herbert A. Simon towards the models of boundary rationality and the different proposals that have been constructed to overcome the limitations of Classical Game Theory. The complexity of conceptualization of human behavior requires the construction of more sophisticated and realistic models capable of overcome the conceptual and empirical limitations of Rational Choice Theory. Generalized Game Theory propose a viable alternative mathematical model able to conceptualize and analyze games in a broad social context.

Keywords: General Game Theory; Rational Choice Theory; Bounded Rationality; Prisoner's Dilemma; Behavioral Economics.

Índice general

1. Introducción	6
2. El marco clásico de la Teoría de la Elección Racional y de la Teoría de Juegos Clásica	10
2.1. La reducción al <i>homo economicus</i> : los modelos de la Elección Racional	10
2.2. La Teoría de Juegos Clásica	15
2.2.1. John von Neumann y Oskar Morgenstern: <i>The Theory of Games and Economic Behavior</i>	15
2.3. Equilibrio de Nash: El Dilema del Prisionero	19
3. Críticas a la Teoría de Elección Racional	24
3.1. Aspectos fundamentales de la crítica al Modelo de la Elección Racional	24
3.2. Crítica de Herbert A. Simon. Modelos de Racionalidad Acotada	28
3.3. El enfoque experimental: Daniel Kahneman y Amos Tversky . .	34
3.4. Cass R. Sunstein: Las corrientes del <i>Behavioral Economics</i> . . .	36
3.5. Ariel Rubinstein: <i>Modelling Bounded Rationality</i>	39

EL MODELO DE LA TEORÍA DE JUEGOS GENERALIZADA	3
4. Teoría de Juegos Generalizada	47
4.1. La Teoría de Juegos Generalizada como alternativa. Principios fundamentales	47
4.2. Formalización del modelo GGT	50
4.2.1. Las reglas y los complejos de reglas	50
4.2.2. El agente social en el modelo GGT	54
4.2.3. El Principio de Determinación de la Acción. <i>Similitud</i> <i>suficiente</i>	55
4.3. Revisión de la noción clásica de equilibrio. El Dilema del Pri- sionero desde la perspectiva de la GGT	60
5. Conclusiones	65
Bibliografía	71

Índice de figuras

4.1. <i>El complejo de reglas de un agente social $ACTOR(i, t)$ (Gomolińska, 2004)</i>	56
---	----

Índice de tablas

2.1. <i>Matriz clásica del Dilema del Prisionero</i>	22
3.1. <i>Contraejemplo del Axioma de Independencia del Teorema de Representación de vNM (Paradoja de Allais).</i>	41
4.1. <i>Matriz GGT del Dilema del Prisionero</i>	60

Capítulo 1

Introducción

La Teoría de la Elección Racional, cuyo aparato formal ha tenido una gran influencia en la génesis de los modelos económicos modernos y, en general, en el diseño de la teoría de la decisión, ha sido el enfoque que ha prevalecido en las ciencias sociales a la hora de representar y formalizar el comportamiento humano. Por tanto, se comenzará analizando los principios que han fundamentado este modelo y se hará una reseña de varias formulaciones que se han desarrollado dentro de este modelo de la elección racional y de sus aplicaciones en diversos campos.

También se expondrá cómo la Teoría de Juegos Clásica (partiendo de los conceptos introducidos por John von Neumann) propone un primer modelo matemático mediante el cual poder formalizar las interacciones entre diversos agentes participantes en la toma de decisiones. Esta teoría se construye sobre la presunción de un modelo de agentes universales, superracionales, carentes de la libertad creativa y de la flexibilidad necesaria para transformar o adaptar las reglas y restricciones a las que se ve sujeto el juego.

Se indicarán los principales factores que han favorecido la expansión de este modelo de elección racional a las ciencias sociales y económicas. En un marco histórico donde la economía política, el individualismo y el liberalismo económico han tenido una marcada influencia en la adopción mayoritaria de este modelo racional en diferentes ámbitos de la económica teórica y aplicada.

La potencia de los diferentes modelos que fueron desarrollados a partir de la teoría de la elección racional, su falta de complejidad, su tendencia expansionista y el estatus privilegiado de la ciencia, los han convertido, más allá de la teoría económica, en la referencia teórica de las ciencias sociales durante el siglo XX.

Tras exponer la coyuntura que propició el desarrollo y la expansión de las propuestas basadas en la elección racional, se mostrarán las limitaciones de este enfoque. Como manifestó el economista estadounidense y premio nobel en 1978 Herbert Alexander Simon los problemas que surgen de la falta de realismo en la Teoría de la Elección Racional hacen necesaria la construcción de nuevas herramientas (Simon, 1978; Rubinstein, 1998).

Estas críticas serán la génesis que dará lugar a las denominadas Teorías de la Racionalidad Acotada, las cuales buscan modelos que logren incorporar la capacidad limitada del ser humano a la hora de procesar la información y que puedan de esta manera ser aplicados de forma más eficiente a un rango aún mayor de situaciones y contextos complejos. Aunque estas teorías no han evolucionado de manera uniforme, todas ellas buscan la superación de las limitaciones del enfoque clásico y tienen en común la incorporación a sus fundamentos teóricos de los presupuestos de la racionalidad acotada, proporcionando “una alternativa superior que nos proporciona una aproximación mucho más

cercana a lo que realmente está sucediendo.” (Simon, 1978: 365).

Estas teorías serán capaces en mayor o menor medida de enriquecer el modelo con la incorporación al mismo de los condicionantes y factores que vienen impuestos por el entorno del problema, ya que la riqueza de los escenarios en las situaciones de toma de decisiones requiere un mayor refinamiento en los modelos de racionalidad.

Se presentarán algunos de los principales planteamientos que han sido relevantes en la búsqueda de una aproximación más realista al problema de la racionalidad humana, para así conseguir superar algunas de las limitaciones que se han ido haciendo patentes en la Teoría de la Elección Racional a lo largo de las últimas décadas.

Tomando como punto de partida la aceptación de nuestras limitaciones cognitivas, los modelos de racionalidad acotada, plantean la necesidad de mejorar la contextualización de la toma de decisiones. Para ello, se pone de manifiesto la necesidad de incorporar a las teorías de la elección los factores sociológicos, las condiciones materiales, la psicología de los individuos, las condiciones de acceso a la información o la percepción de los elementos económicos.

El hecho de que el procesamiento de la información se vea limitado, de acuerdo a Simon (1978, 1986), tanto por las capacidades del agente como por el entorno en el que está adscrito el problema, dio lugar a nuevos enfoques de la Teoría de Juegos Clásica que buscaban extenderla y generalizarla a otros tipos de “juegos” o situaciones. En esta nueva teoría, denominada Teoría de Juegos Generalizada (*Generalized Game Theory* o *GGT*) y desarrollada principalmente por Tom R. Burns, Anna Gomolińska y Ewa Roszkowska, los jugadores ya no son agentes universales sino que existe la posibilidad de adoptar diversos

roles y pueden, en determinadas situaciones, modificar las reglas o parámetros adaptándolos al juego analizado. De esta manera, los problemas modelizados pueden ser los juegos de ambas categorías (juegos cerrados y juegos abiertos¹) y estos a su vez, de acuerdo a los roles de los agentes involucrados, pueden ser simétricos o asimétricos. Este modelo conlleva la reformulación, entre otros elementos esenciales, del concepto de solución. Mientras que la Teoría de Juegos Clásica se fundamenta principalmente en el equilibrio de Nash, aquí se definen diversos tipos de equilibrio que buscan generalizar el equilibrio clásico en aras de la construcción de un modelo más eficaz.

¹Se considera que un juego es *abierto* si es sensible al entorno en el que se juega y al desarrollo del mismo, permitiendo su transformación para así adaptarse y mejorar los esquemas iniciales. Al contrario que en los juegos *cerrados* donde no puede modificarse ninguna de las estructuras de preferencias de los jugadores, ni cambiar los procedimientos de optimización y ni las estrategias de juego, tampoco se pueden añadir nuevas acciones ni resultados, etcétera. Son los juegos característicos de la Teoría Clásica de Juegos.

Capítulo 2

El marco clásico de la Teoría de la Elección Racional y de la Teoría de Juegos Clásica

2.1. La reducción al *homo economicus*: los modelos de la Elección Racional

La necesidad de comprender la conducta humana con el objetivo de explicar el comportamiento y prever las decisiones conlleva la búsqueda de una teoría de la racionalidad. El modelo presentado por la Teoría de la Elección Racional fue propuesto inicialmente por los economistas para intentar construir el esquema teórico que permitiera modelizar el problema de la toma de decisiones en el contexto de la economía de mercado. El análisis microeconómico se extrapoló a otros ámbitos, situando la conducta maximizadora de la utilidad

y de los beneficios frente a la minimización de los riesgos y costes, como principio explicativo fundamental del, comportamiento individual y social en un contexto de toma de decisiones (Becker, 1976).

El principal objetivo de la Teoría de la Elección Racional consiste en proporcionar un modelo capaz de construir la aproximación óptima a la manera en que un individuo o un grupo de individuos se comporta frente a un problema de decisión. Este modelo se fundamenta en una serie de supuestos que, expuestos de forma general, crean un marco teórico en el que un individuo es capaz de valorar con precisión una serie de consecuencias futuras derivadas de la elección entre un conjunto finito de alternativas disponibles.

El modelo de la elección racional presupone que las decisiones del individuo están motivadas únicamente por la satisfacción del interés personal y por el hecho de ir dirigidas hacia el objetivo de lograr la mayor ganancia personal posible. Para ello, el agente decisor debe de ser capaz no solo de distinguir entre las consecuencias que las distintas alternativas conllevan, sino de valorar sus costes y beneficios. La Teoría de la Elección Racional se vale para este propósito del concepto de función de utilidad² (Samuelson, 1938a, 1938b; Sen, 1994). Esta función debe ser optimizable, para así poder calcular el beneficio máximo o la pérdida mínima al considerar las consecuencias como un conjunto ordenado siguiendo el criterio de la maximización de los beneficios.

²La *función de utilidad* permite asignar un valor numérico a nuestras preferencias, lo que facilita la modelización matemática de nuestras valoraciones de los resultados y el cálculo de su valor máximo (maximización). Para que una función de utilidad sea optimizable ha de cumplir una serie de propiedades matemáticas (diferenciabilidad, monotonía, convexidad) y que el dominio de la función sea a su vez un conjunto que garantice la existencia del valor máximo. Von Neumann y Morgenstern desarrollaron la Teoría de la Utilidad Esperada, y demostraron que todo individuo cuyo conjunto de preferencias verifica cuatro axiomas posee una función de utilidad (von Neumann y Morgenstern, 1944; von Neumann, 1945; Ross, 2016).

Entre las principales figuras que dieron forma a esta corriente, destaca por su claridad expositiva y por su provocador enfoque la figura del economista estadounidense Gary Stanley Becker, premio Nobel de Economía en 1992, “for having extended the domain of microeconomic analysis to a wide range of human behavior and interaction, including nonmarket behavior” (The Nobel Foundation, 1992), como uno de sus más claros exponentes a la hora de extender fuera del análisis microeconómico y del comportamiento de los mercados el modelo de elección racional.

Estos modelos construidos a partir de la Teoría de la Elección Racional estudian el comportamiento social basado en las decisiones individuales, estas resoluciones son adoptadas por individuos conocedores de todas las alternativas posibles y capaces de tomar la decisión óptima para conseguir el mejor objetivo entre las alternativas disponibles. Esto presupone que el individuo puede ordenar las diferentes opciones según una función que mida el beneficio o perjuicio que le aporta.

Este agente decisor completamente racional y que siempre busca satisfacer su propio interés, el también llamado *homo economicus*, no se ajusta a muchas situaciones reales donde el contexto social, cultural o institucional influye de manera determinante en un entorno de toma de decisiones y, en concreto, no es un punto de partida satisfactorio para el desarrollo de un modelo del comportamiento económico:

This man is assumed to have knowledge of the relevant aspects of his environment which, if not absolutely complete, is at least impressively clear and voluminous. He is assumed also to have a well-organized and stable system of preferences, and a skill in computation that enables him to calculate, for the alternative courses of action that are available to him, which of these will permit him to reach the highest attainable point on his preference scale. Recent

developments [...] have raised great doubts as to whether this schematized model of economic man provides a suitable foundation on which to erect a theory-whether it be a theory of how firms do behave, or of how they “should” rationally behave. (Simon, 1955: p. 99).

Los diferentes modelos de elección racional que fueron desarrollados a partir de los esquemas clásicos comparten una serie de limitaciones cuya superación formará parte de la génesis y del desarrollo de las diferentes corrientes de la racionalidad acotada (Burns y Roszkowska, 2016: pp. 197-200):

- El agente decisor, individual o colectivo, que se encuentra inmerso en una situación de toma de decisiones tiene la capacidad de identificar y determinar, sin ninguna clase de ambigüedad, todas las acciones posibles y permitidas en cada caso.
- De manera idealizada, el jugador o agente decisor conoce todas las consecuencias de los resultados de cada una de las acciones o conjunto de acciones posibles. Incluso, en el caso de que se trate de una situación con varios jugadores involucrados, es capaz de calcular cuales van a ser las respuestas que estos adversarios consideran las mejores para así poder responder de forma óptima.
- El agente toma sus decisiones de manera completamente autónoma. De manera independiente determina el grado de utilidad de las diferentes alternativas, de forma aislada emite los juicios de valor que le permitan construir una escala de valores con la que poder graduar sus preferencias y, por último, elige una de las opciones posibles sopesando los beneficios que pueda tener para si mismo, sin tener en cuenta en ningún momento

a los otros agentes decisores. De la misma manera, también es independiente en cuanto que parece vivir aislado del entorno social, institucional, moral y cultural.

- El individuo, o colectivo que actúa como un solo agente decisor, tiene en su poder una escala de preferencias con la que ordenar el conjunto de todas las opciones posibles sin excepciones. Es decir, dadas dos opciones de entre todas las posibles el agente decisor siempre es capaz de ordenarlas siguiendo un determinado criterio de preferencia o utilidad.
- Por último, el individuo posee las cualidades necesarias para construir, a partir de su escala de valores y preferencias, la función de utilidad adecuada a cada situación de elección. Además, el agente decisor es capaz de calcular cual es la decisión que maximiza esta función de utilidad y, de esta manera, optimizar la elección.

De manera manifiesta, la capacidad acotada de los individuos para procesar la información limita la exigencia de cumplir con los prerrequisitos que el modelo clásico de elección racional impone. El agente decisor no es capaz de poder llegar siempre al conocimiento de todas las alternativas y del valor de cada una de las diferentes líneas de actuación. Esto obliga a la búsqueda de modelos alternativos a aquellos que se fundamentan en la hipótesis de que la conducta individual se puede reducir a la maximización individual de la utilidad esperada. Un aspecto clave de estos nuevos modelos se halla en el refinamiento del concepto de solución de un problema de decisión. Para ello, es esencial la distinción entre el objetivo de la consecución del resultado óptimo

de un proceso y el de la búsqueda de la satisfacción de criterios en un grado determinado.

Por otro lado, el también economista y nobel, Paul Samuelson formalizó la *teoría de la preferencia revelada* que planteaba, sin hacer referencia al concepto de utilidad, el estudio de las preferencias de los consumidores basándose en la información que aportan sus conductas previas en el mercado (Álvarez, 2009; Samuelson, 1938a, 1938b).

2.2. La Teoría de Juegos Clásica

2.2.1. John von Neumann y Oskar Morgenstern: *The Theory of Games and Economic Behavior*

La Teoría de Juegos Clásica puede considerarse una derivación de la Teoría de la Elección Racional, en el sentido de que la Teoría de Juegos Clásica diseña y construye los modelos matemáticos capaces de reproducir los esquemas de la Teoría de la Elección Racional. El análisis de una vasta variedad de situaciones estratégicas y de marcos socioeconómicos, donde los implicados deben decidir la mejor opción posible de forma racional, ya había sido objeto de diferentes estudios por economistas y filósofos. Se puede decir que, desde sus respectivos enfoques, tanto la economía como la filosofía se han preocupado en mayor o menor medida de la maximización del bienestar humano.

En sus primeras aproximaciones, el nivel de desarrollo matemático constreñía su aplicación a una casuística limitada de problemas, ya que los modelos y algoritmos eran poco generalizables y requerían de hipótesis y condiciones

particulares que restringían su utilidad. Sin embargo, la importancia estratégica y económica de este tipo de situaciones en la segunda mitad del siglo veinte impulsó el desarrollo de las ramas matemáticas necesarias para el campo de estudio interdisciplinar de la Teoría de la Decisión y convirtió a la Teoría de Juegos en la herramienta formal más útil e imprescindible para el desarrollo de los modelos de elección racional (Ross, 2016).

La matematización de este campo multidisciplinar no llegó hasta los años cuarenta cuando el matemático John von Neumann y el economista Oskar Morgenstern publicaron en 1944 *The Theory of Games and Economic Behavior*. Basándose en los trabajos previos que von Neumann había realizado desde 1928 sobre los juegos de estrategia, establecieron las bases de la Teoría de Juegos como punto de partida desde el que desarrollar esta nueva rama de la matemática aplicada y expandir su ámbito de aplicación a escenarios más concretos:

The field covered in this book is very limited, and we approach it in this sense of modesty. We do not worry at all if the results of our study conform with views gained recently or held for a long time, for what is important is the gradual development of a theory, based on a careful analysis of the ordinary everyday interpretation of economic facts. This preliminary stage is necessarily heuristic, i.e. the phase of transition from unmathematical plausibility considerations to the formal procedure of mathematics. The theory finally obtained must be mathematically rigorous and conceptually general. (von Neumann y Morgenstern, 1944: p. 7).

Las limitaciones iniciales de esta definición clásica de la Teoría de Juegos restringían el número de situaciones económicas reales a las que esta se podía aplicar u obligaba a marcar premisas demasiado artificiales a los modelos económicos para que estos se ajustaran a las estructuras creadas por von

Neumann y Morgenstern.

Un concepto central para explicar estas situaciones de la conducta entre agentes económicos consiste en la capacidad de dichos agentes para establecer preferencias, es decir, la capacidad que tienen para ordenar las acciones u objetos atendiendo al beneficio o al bienestar que le producen. Además, los individuos o colectivos racionales, una vez escalonadas sus preferencias subjetivas o relativas, deben ser capaces de determinar y encontrar la mejor opción.

Los conceptos anteriores se parametrizan en la Teoría de Juegos Clásica mediante la denominada *función de utilidad*. De esta forma, la situación se modeliza en un problema de optimización cuyo objetivo es la maximización de dicha función de utilidad (Ross, 2016).

Dentro de este marco, estas situaciones de conflicto que involucran beneficios, ganancias y pérdidas, se denominan *juegos* y a los agentes implicados *jugadores*.

En la Teoría de Juegos Clásica se presupone un concepto de jugador equiparable a agente racional, es decir un individuo o agrupación de individuos que sea capaz de:

- Ordenar los resultados según lo que contribuyan a su bienestar.
- Reconocer la acción o calcular la secuencia de acciones mediante la cual llegar, de manera probabilística, a estos resultados.
- Dadas las acciones de los demás jugadores, elegir entre las diferentes acciones posibles aquellas que le permitirán alcanzar uno de sus resultados preferidos.

El tipo de situaciones que suelen plantearse se adscriben generalmente en contextos en los cuales los jugadores no conocen toda la información necesaria sobre las acciones anteriores de los otros jugadores y, por tanto, tienen que hacer suposiciones al respecto para poder elegir una estrategia ganadora, son los denominados juegos de información imperfecta (en contraste con los denominados juegos de información perfecta como el ajedrez o el go) (Ross, 2016).

La Teoría de Juegos es una rama de las matemáticas aplicadas que tiene su principal desarrollo en otros campos como el de la economía. Y es a la hora de poner en práctica los modelos matemáticos de Teoría de Juegos en los diferentes contextos de la conducta humana cuando surge la necesidad de refinar los diferentes conceptos implicados (*función de utilidad, situación de equilibrio, etc.*) y analizar en cada situación que aproximación de la Teoría de Juegos es la más indicada.

Los conceptos y técnicas desarrollados por von Neumann y Morgenstern han tenido una indiscutible influencia en la evolución seguida por la interdisciplinariedad de la investigación operativa, así como en diferentes áreas de las ciencias sociales y económicas, desde que fue propuesta en los años cincuenta.

Sin embargo, las optimistas expectativas iniciales puestas en la Teoría de Juegos, como la herramienta fundamental que permitiría un modelo de aplicación generalizada al análisis del comportamiento humano, iban a verse frenadas o, al menos, se hizo patente la necesidad de acotar la casuística a la que podría aplicarse (Harsanyi, 1977: pp. 3-17). Entre las razones que llevaron a replantearse el modelo matemático que debía fundamentar las diferentes aproximaciones destacan principalmente: la incapacidad de incluir los factores

emocionales en los modelos; y las limitaciones de la racionalidad humana a la hora de procesar la información .

La rigidez impuesta al tener que presuponer una serie de condiciones poco realistas y al tener que restringir el entorno para generar resultados de carácter empírico, hizo necesaria la exploración de otros caminos, de otros modelos, como la Teoría de Juegos Generalizada, que fueran capaces de incorporar al modelo matemático los aspectos del contexto social. De esta manera se consigue enriquecer el concepto simple de juego como el conjunto de reglas que lo forman, adoptado por John von Neumann y Oskar Morgenster en *The Theory of Games and Economic Behavior* (1944: p. 49): “ The game is simply the totality of the rules which describe it. Every particular instance at which the game is played in a particular way from beginning to end, is a play.”.

2.3. Equilibrio de Nash: El Dilema del Prisionero

En aquellos juegos en los que no es posible determinar una estrategia dominante o ganadora hay que recurrir al concepto de *equilibria*, concretamente al denominado *equilibrio de Nash*.

El concepto de solución en el marco de la Teoría de Juegos requiere hacer explícita una definición capaz de abarcar la complejidad del problema de satisfacción de objetivos de múltiples jugadores. Morgenstern y von Neumann estudiaron los juegos de estrategias mixtas pero solo en el caso de juegos de suma cero (von Neumann y Morgenstern, 1944; von Neumann, 1945).

Siguiendo la línea de investigación abierta por *The Theory of Games and Economic Behavior*, el matemático John Forbes Nash propuso en 1949, en el artículo de una sola página “Equilibrium Points in N-Person Games” (Nash, 1950), la noción de equilibrio que llevaría su nombre. Publicó en 1951 su tesis doctoral “Non-Cooperative Games”, dirigida por el matemático Albert Tucker, donde expuso su modelo para el caso de juegos finitos no cooperativos n-personales, demostrando que, en este caso, siempre existe al menos una solución de equilibrio (Nash, 1951: p. 288)³. La formalización que se consiguió de la noción de solución por medio del concepto de punto de equilibrio fue determinante para el desarrollo de esta teoría, “[...] is based on the absence of coalitions in that it is assumed that each participant acts independently, without collaboration or communication with any of the others. The notion of an equilibrium point is the basic ingredient in our theory” (Nash, 1951: p. 286).

En 1994, John F. Nash fue galardonado con el Premio Nobel de Economía (junto a John C. Harsanyi y Reinhard Selten) por sus trabajos pioneros en el análisis del equilibrio en la teoría de juegos no cooperativos (The Nobel Foundation, 1994). Es un indicador que reconoce el importante desarrollo e influencia que la teoría de juegos ha adquirido en el campo de la economía

³En la última parte de su tesis doctoral, publicada en 1951, (pp. 293-294), Nash propone como ejemplo de su modelo teórico la aplicación de este a una versión muy simplificada del juego de póquer para tan solo tres jugadores. El propio Nash señala la magnitud del problema que supone la modelización de un caso más general debido al rápido incremento de la complejidad del modelo matemático necesario:

The analysis of a more realistic poker game than our very simple model should be quite an interesting affair. The complexity of the mathematical work needed for a complete investigation increases rather rapidly, however, with increasing complexity of the game; so that analysis of a game much more complex than the example given here might only be feasible using approximate computational methods.” (p. 295).

desde que von Neumann y Morgenstern presentaran *The Theory of Games and Economic Behavior* en 1944.

Un ejemplo clásico que permite ilustrar la situación es el problema conocido como el Dilema del Prisionero. De este problema se conocen numerosas versiones, en su forma clásica el Dilema del Prisionero ilustra un problema de suma no nula en el cual, cada uno de los jugadores llega a determinar una estrategia que les proporciona el mayor beneficio o el menor perjuicio posible sea cual sea la estrategia seguida por el otro jugador. Sin embargo, esta solución, que sería la situación de equilibrio de Nash, sería mejorable para ambos jugadores si hubiera cooperación entre ellos.

Bajo el nombre de Dilema del Prisionero se han propuesto diferentes variantes y se han creado innumerables versiones para adaptarlo a las diferentes disciplinas en las que ha sido objeto de estudio (Kuhn, 2014). En este caso se enunciará de manera que recoja la versión clásica: supongamos que la policía detiene a dos sospechosos por un robo a mano armada a un banco. La policía sabe que son culpables pero solo pueden demostrar un delito menor (posesión de armas, robo del coche de la fuga, etc.). Los interrogan en celdas separadas y el investigador hace a cada prisionero la siguiente propuesta: si confiesas el robo implicando a tu compañero y él no confiesa, entonces quedas en libertad y a tu cómplice le condenan a diez años. Si los dos confesáis entonces cada uno será condenado a cinco años. Y si ninguno confiesa entonces la condena será de dos años por el delito menor.⁴

⁴El enunciado original se encuentra ligado a los inicios de la Teoría de Juegos y al interés que despertaron sus posibles aplicaciones en el diseño de estrategias de confrontación nuclear durante el periodo de la Guerra Fría. Fueron los matemáticos Melvin Dresher y Merrill Flood Meeks quienes en 1950 plantearon el problema original en el seno de la corporación

Si utilizamos la forma simple de modelizar este juego entonces consideramos funciones de utilidad idénticas para ambos jugadores, de forma que los beneficios sean, por ejemplo: 0 si es condenado 10 años, 2 si la condena es de 5, 3 para una condena de 2 años, y 4 si sale en libertad (los números asignados solo son relevantes en cuanto que permiten determinar un orden).

		Jugador 2	
		Confiesa (C)	Calla ($\neg C$)
Jugador 1	Confiesa (C)	2,2	4,0
	Calla ($\neg C$)	0,4	3,3

Tabla 2.1: *Matriz clásica del Dilema del Prisionero*

Como se ve en la tabla 2.1, el jugador 1 llegará a la conclusión de que la mejor opción para cada posible acción del jugador 2 es la de confesar. El jugador 2 llegará a la misma conclusión por lo que al final los dos jugadores confesarán el robo.

El equilibrio de Nash proporciona un resultado en el que los jugadores obtienen el mayor beneficio posible dadas las decisiones del resto de los jugadores. Como se puede apreciar este concepto de solución o de resultado final no maximiza el beneficio absoluto del colectivo pero sí maximiza el beneficio

RAND estadounidense. Fue otro matemático, Albert Tucker quien ese mismo año modificó el problema y lo denominó Dilema del Prisionero, enunciándolo tal como hoy lo conocemos, siendo su objetivo conseguir que se amoldará mejor al perfil académico de sus investigaciones en Programación Lineal y Teoría de Juegos (Rubinstein, 2012; Kuhn, 2014).

individual. Este ejemplo ilustra la rigidez de los primeros modelos en teoría de juegos y sus limitaciones a la hora de ser aplicados a la complejidad de los conflictos reales.

Capítulo 3

Críticas a la Teoría de Elección Racional

3.1. Aspectos fundamentales de la crítica al Modelo de la Elección Racional

Este Modelo de Elección Racional ha sido criticado por su difícil o imposible aplicación a determinadas situaciones reales. La Teoría de la Elección Racional tiene como dos de sus pilares principales la optimización del máximo beneficio individual y la capacidad ilimitada de cálculo del agente decisor. Este tipo de presunciones teóricas convierten a esta potente teoría en una herramienta demasiado rígida para registrar la compleja diversidad del comportamiento humano en la toma de decisiones. De esta forma, el Modelo de Elección Racional tiene que dejar fuera de su alcance de aplicación importantes escenarios de toma de decisiones como empíricamente se ha ido constatando.

La reducción de la complejidad del comportamiento humano a la simplici-

dad de la conducta del homo economicus permitió a la Economía el desarrollo de modelos tan poderosos como alejados de la realidad humana (Kahneman y Tversky, 1986). Para construir modelos capaces de lidiar con nuestra forma de decidir, hizo falta abandonar la figura ideal del homo economicus y buscar un nuevo paradigma del comportamiento humano:

If you look at economics textbooks you will learn that homo economicus can think like Albert Einstein, store as much memory as IBM's Big Blue, and exercise the willpower of Mahatma Gandhi. Really. But the folks we know are not like that. Real people have trouble with long division if they don't have calculator, sometimes forget their spouse's birthday, and have a hangover on New Year's day. They are not homo economicus; they are homo sapiens. (Sunstein y Thaler, 2008: p. 6-7)

En ese sentido, hay que empezar señalando como las condiciones formales, cuya verificación se exige para que la función de utilidad esté bien definida, la alejan de una posible aplicación en contextos de decisión en los que no se cumplen estas premisas. La exigencia de la transitividad de las preferencias⁵ no se verifica en algunas situaciones reales de toma de decisiones. Sin embargo, los individuos no siempre mantienen la coherencia en sus elecciones e incumplen la necesidad de la transitividad. Al encontrarse en una situación en la que tenemos que elegir entre dos opciones a y b , se dan circunstancias en las que unas veces preferimos la opción a y otras en las que elegimos la opción b . Se demostró experimentalmente, como por ejemplo en los casos de elección por semiorden lexicográfico (Tversky, 1969) o en las *preference reversals* (Kahneman

⁵La exigencia de la transitividad de las preferencias requiere que, si las preferencias p_1 , p_2 y p_3 son tales que $p_1 \leq p_2$ y $p_2 \leq p_3$, entonces se debe cumplir necesariamente que $p_1 \leq p_3$. La importancia de la exigencia de la transitividad en las preferencias se debe a que es una condición necesaria para la conservación de la transitividad y, por tanto, el orden en una función de utilidad. Es decir, para todo x_1, x_2 se verifica que $u(x_1) \leq u(x_2)$ si y solo si $x_1 \leq x_2$.

y Tversky, 1986), como la transitividad no puede ser un requisito necesario ya que es posible modelizar de manera consistente situaciones en las que esta propiedad no se verifique siempre. Estas investigaciones no tienen como objetivo dilucidar si las preferencias humanas son o no transitivas, si no que estudian bajo que condiciones se pueden crear modelos que manejen intransitividad de manera eficaz y coherente (Tversky, 1969: p. 435).

En segundo lugar, la teoría de elección racional presupone que el comportamiento social de un colectivo es el resultado de la suma de los comportamientos individuales de los miembros que lo componen. Los cuales actúan a su vez de manera independiente, sin que influya en ningún momento el entorno social en el que se encuentran. Sin embargo, existen situaciones de acción cooperativa en las que no es posible esta reducción de la acción colectiva a la suma de las decisiones individuales independientes y, por tanto, el criterio de aditividad no se cumple.

El esquema clásico de la elección racional no contempla el hecho de que muchas decisiones tomadas en el seno de una sociedad o de una familia se ven sesgadas por el altruismo, la cooperación o la reciprocidad de los comportamientos, lo que puede provocar que el individuo tome decisiones que antepongan el beneficio de otras personas al suyo propio. Además, este modelo no consigue dar cuenta de comportamientos individuales que se produzcan bajo la inevitable influencia del grupo social o institución al que se pertenece o del marco cultural donde se produce la toma de decisiones.

En tercer lugar, una vez determinadas las preferencias y la función de utilidad del agente decisor el modelo de elección racional considera que esta función permanece inalterable a lo largo del tiempo o en entornos diferentes (Kahne-

man y Tversky, 1986: 198). La falta de libertad para transformar o adaptar las preferencias y la función de utilidad según varía el contexto, implica una conceptualización excesivamente artificial del individuo que decide y actúa ejecutando un algoritmo inalterable una vez fijados los datos iniciales.

Por último, es importante señalar que la Teoría de Elección Racional carece de una dimensión ética. Al menos, en el sentido de no tomar en consideración los múltiples factores morales que moldean las preferencias individuales y que condicionan las prioridades de actuación de una persona al relacionarse con otras o al tener que tomar estas decisiones dentro de una determinada estructura o grupo social. Presuponer que el individuo, movido por esa búsqueda de la maximización del beneficio propio, lleva a cabo acciones, evaluaciones y decisiones de forma aislada al grupo y que es inmune a su entorno social resulta una carencia de los modelos de elección racional.

Al no incorporar elementos inherentes al comportamiento humano, como las motivaciones y coerciones morales, el Modelo de Elección Racional no ha sido capaz de comprender y de modelizar situaciones complejas en las que se encuentren implicados en las decisiones del individuo factores como, por ejemplo, la justicia, la lealtad o la obediencia (Kahneman y Tversky, 1986: 199). La pertenencia a un grupo, institución o modelo de sociedad es sin duda un elemento que influye enormemente en las elecciones que el individuo lleva a cabo y, por tanto, la superación de esta limitación del modelo racional se vuelve prioritaria si se quiere construir un modelo adecuado para su aplicación a las ciencias sociales que abarque la amplia casuística del comportamiento humano en las situaciones de elección.

3.2. Crítica de Herbert A. Simon. Modelos de Racionalidad Acotada

Una de las claves para avanzar en el diseño y desarrollo de una teoría de la racionalidad capaz de lidiar con problemas de decisión reales, que reflejen las acciones que los individuos o grupos de individuos llevan a cabo, es lograr una mejor comprensión del concepto de racionalidad en sí mismo. La riqueza y complejidad de los escenarios en los problemas de toma de decisiones pone de manifiesto la necesidad de un mayor refinamiento a la hora de estudiar el concepto de la racionalidad individual en el marco de las ciencias económicas y sociales.

Herbert A. Simon publica en 1986 su ya clásico artículo “Rationality in Psychology and Economics”, en el que argumenta la incapacidad del modelo tradicional de la economía para estudiar de manera eficiente el proceso de toma de decisiones. Para ilustrar su tesis desarrolla de forma detallada una serie de ejemplos que ponen de manifiesto la necesidad de reformular el concepto de racionalidad que la economía venía aplicando de manera generalizada.

Simon comienza su artículo aclarando el contexto racional de la toma de decisiones, explica que no se trata de recurrir a la irracionalidad sino de concretar que entendemos por racional o, al menos, definir que tipo de racionalidad es la que debemos considerar para explicar convenientemente esta clase de problemas: “One point should be set immediately outside dispute. Everyone agrees that people have reasons for what they do.” (Simon, 1986: p. S209)⁶.

⁶El reto del planteamiento de Herbert Simon es la formulación de procedimientos que aproximen la conducta real de la gente a la hora de tomar decisiones para satisfacer sus objetivos. La variedad del comportamiento humano requiere una diversidad de algoritmos

La propuesta defendida por Simon de la racionalidad acotada se ha establecido como la base desde la cual proponer nuevos modelos con los que superar las limitaciones de los enfoques tradicionales:

Humans and animals make inferences about unknown features of their world under constraints of limited time, limited knowledge, and limited computational capacities. Models of rational decision making in economics, cognitive science, biology, and other fields, in contrast, tend to ignore these constraints and treat the mind as a Laplacean superintelligente equipped with unlimited resources of time, information, and computational might. Some forty years ago, Herbert Simon challenged this view with his notion of “bounded rationality”. (Gigerenzer y Selten, 2001: p. 37)

Comienza destacando la distinción entre la racionalidad substantiva propia de la economía y racionalidad procedimental propia de la psicología (Simon, 1986, p. S210). Si asumimos un modelo basado en la racionalidad substantiva, en el que el individuo que decide tiene entre otras cualidades: una capacidad ilimitada de razonamiento, es coherente en el transcurso del tiempo o su percepción del mundo esta libre de subjetividad; entonces su función de utilidad nos proporcionaría toda la información necesaria para predecir su conducta. Pero si tomamos la racionalidad procedimental, donde la capacidad de computación está acotada y la percepción del entorno y de los procesos de razonamiento son limitados, entonces se debe determinar empíricamente la adaptación del modelo a la realidad.

La necesidad de diseñar unas líneas de investigación de carácter empírico es capaces de representar lo que la gente realmente hace (Burns, 2016: p. 201). Para ello Simon propone formulaciones como la Regla del Max-Min (Simon, 1955: 103), pero diseñándolas con la complejidad necesaria para que sean aplicables a situaciones reales.

esencial para pasar de la racionalidad substantiva a la procedimental (Simon, 1986, p. S212). La investigación psicológica y sociológica posibilita la determinación del entorno del problema de decisión, permite formar la hoja afilada que falta para completar la *tijera de Simon* (la otra hoja estaría constituida por las capacidades computacionales del agente decisor) con la que abrirse paso hasta llegar a la comprensión del comportamiento humano: “[...] economics is a one-bladed scissors. Let us replace it with an instrument capable of cutting through our ignorance about rational human behavior.” (Simon, 1986: p. S224).

Herbert Simon argumenta como los modelos económicos tradicionales han resultado ser unas estructuras excesivamente rígidas y fundamentadas en presupuestos poco realistas. Por un lado, el planteamiento clásico cuenta con agentes con conocimientos y capacidades de procesamiento ilimitados, por lo que Simon enriquece el modelo tomando en consideración la incapacidad del individuo de procesar y abarcar toda la información. Por otro lado, plantea un acercamiento que tenga en cuenta el papel que desempeña en la toma de decisiones el concepto de búsqueda de un cierto grado de satisfacción de un conjunto de criterios frente al concepto de búsqueda de la decisión óptima:

De toda esa discusión sobre la racionalidad me parece importante, para la filosofía de la ciencia, retener la idea avanzada por H. Simon sobre racionalidad procedimental o racionalidad por satisfacción. La cuestión básica es que se rechaza la propuesta optimizadora, que conduce a una suerte de racionalidad olímpica (en el sentido de que si es característica de alguien lo sería de los dioses del Olimpo). (Álvarez, 2002: p. 9).

Plantea la necesidad de elaborar y de contrastar experimentalmente una teoría que tenga en cuenta no solo los procesos de razonamiento sino también

los procesos que generan la representación subjetiva del problema⁷. Mediante una serie de casos concretos, Simon muestra como la maximización de la utilidad no explica las decisiones y, sin embargo, otros factores como el conocimiento de la percepción que el agente decisor tiene del entorno, las características del proceso de decisión o el papel que desempeña la atención en la conducta sí son capaces de explicar la conducta decisoria.

Herbert Simon ilustra la escasez de fundamentos empíricos sólidos en la determinación de la función de utilidad del consumidor mediante dos ejemplos extraídos de *A Treatise on the Family* del economista Gary S. Becker.

En primer lugar analiza la relación entre el entorno familiar y las oportunidades de los niños, centrándose en los ingresos y medios que los padres invierten en sus hijos, teniendo en cuenta múltiples variables, incluso el peso que puede tener los elementos azarosos de la vida.

Posteriormente analiza el caso de la desigualdad y la movilidad intergeneracional (Becker, 1981: pp. 179-232). La tesis principal que Becker defiende en su libro es que cada unidad familiar persigue la maximización de una función de utilidad que comprende dos generaciones (Becker, 1991: p. 232). Simon demuestra que las conclusiones a las que llega Becker se fundamentan en una serie de aserciones, como por ejemplo, que la relación entre suerte y dotes es aditiva más que multiplicativa, sin ninguna clase de demostración o algún tipo de respaldo empírico. Por otro lado, señala como la maximización de la función de utilidad no es una condición necesaria ni suficiente para explicar la

⁷Simon utiliza en el término *frame* para referirse al conjunto de elementos que determinan el marco en el que la acción se produce, el contexto en el que el individuo decide: “Our theory must include not only the reasoning processes but also the processes that generate the actor’s subjective representation of the decision problem, his or her frame. (Simon, 1986: p. S211)”

conducta de los miembros de la familia.

El segundo ejemplo se centra en un estudio sobre el crecimiento constante de la actividad laboral de las mujeres desde la Segunda Guerra Mundial. De nuevo pone en evidencia que la maximización de la utilidad no es ni necesaria ni suficiente para la conclusión.

El ejemplo de la conducta del votante sirve para estudiar el papel que desempeña la atención en el comportamiento y la complejidad que conlleva la predicción del voto:

To predict how a voter, even a voter motivated solely by concern for his or her economic well-being, will vote requires much more than assuming utility maximization. A voter who attends to the rate of inflation may behave quite differently from a voter who attends to the federal deficit. Moreover, in order to predict where a voter's attention will focus, we may need to know his or her economic beliefs. A monetarist may consider different facts to be salient than the facts to which a Keynesian will attend. In any model of voting behavior that has any prospect of predicting behavior, almost all the action will lie in these auxiliary assumptions about attention and belief that define the decision maker's frame. (Simon, 1986: p. S217).

Simon también se ocupa del caso de la predicción de la distribución de los salarios de los altos ejecutivos. Esta situación le sirve para ilustrar la insuficiencia de la racionalidad substantiva a la hora de intentar explicar la conducta de los individuos y, en contraposición, cómo la racionalidad procedimental sí proporciona un buen modelo al respaldarse en datos e informaciones obtenidas de estudios empíricos directos sobre los comportamientos, valores, creencias y opiniones de los participantes (Simon, 1986: p. S222).

Finaliza su artículo indicando las líneas que deberían seguirse en la investigación de la conducta económica. En primer lugar expone como la racionalidad

substantiva (u olímpica) no proporciona un modelo capaz de explicar y predecir el comportamiento económico: “I would recommend that we stop debating whether a theory of substantive rationality and the assumptions of utility maximization provide a sufficient base for explaining and predicting economic behavior. The evidence is overwhelming that they do not.” (Simon, 1986: p. S223).

En segundo lugar propone que sea la psicología la que proporcione un marco teórico que pueda respaldarse empíricamente y, de esta manera, proporcione un tratamiento más adecuado y flexible a la hora de registrar la sensibilidad que los procesos de toma de decisiones presentan frente a la complejidad del entorno:

Economics without psychological and sociological research to determine the givens of the decision-making situation, the focus of attention, the problem representation, and the processes used to identify alternatives, estimate consequences, and choose among possibilities-such economics is a one-bladed scissors.” (Simon, 1986: p. S224).

Por último, señala la necesidad de llevar a cabo el diseño de un extenso plan de investigación de carácter predominantemente empírico que proporcione, mediante experimentos coherentes, los datos que nos den la información necesaria de la adecuación de los diferentes modelos propuestos a la realidad en la que se aplican.

3.3. El enfoque experimental: Daniel Kahneman y Amos Tversky

Hemos visto como Herbert A. Simon subrayó la importancia de las observaciones experimentales y la necesidad de llevar a cabo el desarrollo de un método empírico riguroso para poder desarrollar un modelo de racionalidad más adecuado (Simon, 1986: pp. S213-S222).

Gracias a las investigaciones llevadas a cabo en estrecha colaboración entre los psicólogos Daniel Kahneman y Amos Tversky⁸ se consiguió disponer de una serie de observaciones y datos experimentales muy reveladores sobre el papel destacado que debe ocupar la psicología en el diseño de los modelos de toma de decisiones. Estos estudios de carácter empírico pusieron de manifiesto el desajuste entre la toma de decisiones idealizada que presenta el modelo proporcionado por la Teoría de la Elección Racional y el comportamiento humano en un contexto real. En sus trabajos exponen numerosas anomalías donde, por ejemplo, las preferencias de los agentes decisores en determinados problemas de elección incumplen de manera sistemática los axiomas de la teoría de la utilidad esperada (Kahneman y Tversky, 1979, p. 263). Este enfoque experimental plantea la necesidad de reformular algunos de los esquemas teóricos más comunes.

La incapacidad del Modelo de Elección Racional para evolucionar y superar

⁸En su obra de 2003, "Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics", el nobel Daniel Kahneman reconoce la gran importancia que ha supuesto para él el trabajo en equipo a lo largo de los años con Amos Tversky: "The work cited by the Nobel committee was done jointly with the late Amos Tversky (1937–1996) during a long and unusually close collaboration. Together, we explored the psychology of intuitive beliefs and choices and examined their bounded rationality." (p. 1449).

sus carencias sin romper su marco teórico clásico, ha impulsado la búsqueda de nuevos modelos teóricos donde la investigación se desarrolle en un marco con un carácter eminentemente empírico. El objetivo es incorporar al modelo el decisivo papel que desempeñan, en los patrones de comportamiento que el individuo adopta frente a los problemas de decisión, hechos tan relevantes como la pertenencia del individuo a una red de grupos sociales. Estructuras que condicionan sus decisiones o que le llevan a relegar la consecución del beneficio propio en aras de la adopción de valores morales como el altruismo y la justicia.

Un línea de trabajo para mejorar los modelos existentes consistiría en intentar incorporar todas las constricciones que se van presentando al enfoque racionalista. De esta manera se muestra inevitable un notable incremento de la complejidad de los modelos de racionalidad y una necesaria sofisticación de las herramientas matemáticas necesarias. Además, no es nada desdeñable el aumento de las necesidades computacionales que generarían este tipo de algoritmos, así como la dificultad que está suponiendo el intento de implementar algoritmos que recojan nuestra forma de emitir juicios. El hecho de tener que recurrir a modelos como los que proporcionan, por ejemplo, la lógica difusa y la computación con palabras (CW), conlleva el desarrollo de nuevas y refinadas herramientas matemáticas.

La segunda línea de investigación se desarrolla en el marco de la teoría de la racionalidad acotada. Para comprender la toma de decisiones de los seres humanos en un entorno real y, por tanto, sujetos a restricciones tanto temporales como cognitivas y de recursos computacionales, hay que llegar a entender los mecanismos heurísticos como herramientas pertenecientes al entorno en que ha

de producirse la decisión. Kahneman se basó en la constatación experimental de la influencia que tiene nuestra percepción del riesgo a la hora de tomar decisiones. Al tener que emitir juicios en un entorno de incertidumbre o de información incompleta se recurre a técnicas heurísticas donde la influencia psicológica adquiere gran importancia.

Kahneman y Tversky desarrollaron la denominada Teoría Prospectiva para introducir nuestro comportamiento frente al riesgo en las decisiones económicas. En 1979 publican “Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk” donde se basan en numerosas observaciones experimentales para poner en evidencia el hecho de que los modelos existentes en ese momento eran incapaces de modelizar la influencia que tienen sobre la economía una serie de conceptos como la aversión al riesgo.

A partir de técnicas de la psicología cognitiva, esta teoría se estructura dos fases diferenciadas en el proceso de elección: una primera fase de *edición*, en la cual se crea el marco de referencia mediante estrategias heurísticas; y una segunda fase de *evaluación* en la que se construye el modelo formal mediante la determinación de la utilidad esperada (Kahneman y Tversky, 1979).

3.4. Cass R. Sunstein: Las corrientes del *Behavioral Economics*

La influencia de los trabajos de Daniel Kahneman y de las líneas de investigación abiertas junto a Amos Tversky crearon el marco para la corriente del *Behavioral Economics* o Economía Conductual. El economista Richard H.

Thaler colaboró estrechamente con Kahneman y en 1980 publica “Toward A Positive Theory of Consumer Choice”, artículo fundacional de la economía conductual. Thaler, siguiendo los métodos de Kahneman y Tversky, analiza una serie de constataciones experimentales, a las que se refiere como “economic mental illusions”, en las cuales los consumidores se desvían de las predicciones que los modelos hacen para que una vez localizadas poder hacer los cambios necesarios en los modelos teóricos para mejorar así su eficacia (Thaler, 1980: p. 40).

Al debilitarse la figura paradigmática del homo economicus como eje central de los modelos económicos que predominaron tras la Segunda Guerra Mundial, se ha conseguido que la psicología cognitiva ocupe un lugar central en el análisis de nuestro comportamiento económico.

La Economía Conductual busca explicar la influencia que ejercen en los individuos los factores psicológicos, sociales o emocionales sobre sus decisiones económicas. La psicología cognitiva permitió trasladar al campo económico los estudios sobre la influencia que nuestra apreciación del riesgo tiene sobre el comportamiento.

En la actualidad, la economía ha adquirido un carácter predominantemente empírico, donde la Economía Conductual se integra de forma natural y entronca con la idea original de Adam Smith: “behavioral economics should be considered simply a return to the kind of open-minded, intuitively motivated discipline that was invented by Adam Smith and augmented by increasingly powerful statistical tools and datasets.” (Thaler, 2016: 1597). Dentro de la Economía Conductual, Thaller se ha centrado en el estudio de los aspectos financieros (*behavioral finances*). El factor principal a la hora de tomar deci-

siones financieras es nuestra *tolerancia al riesgo*, se define como la voluntad de los individuos de participar en una actividad financiera cuyo resultado es incierto.

El principal objetivo del modelo de la Economía Conductual es poder aplicarlo a situaciones reales. En ese sentido, Cass R. Sunstein, influyente profesor norteamericano de derecho y que fue miembro de la administración Obama, ha desarrollado las ideas propuestas por Kahneman, para conseguir aplicarlas a diferentes áreas donde la toma de decisiones y la comprensión de la conducta humana pueden beneficiarse de los modelos creados para la economía.

En colaboración con Richard Thaler, Sunstein ha investigado los beneficios que la aplicación de los métodos desarrollados para el análisis de la Economía Conductual pueden aportar al campo del Derecho y al desarrollo de políticas gubernamentales (Sunstein, Jolls y Thaler, 1980; Sunstein y Thaler, 2008).

En este último aspecto, Thaler y Sunstein han propuesto el modelo político del *Libertarian Paternalism*, donde una vez que se ha observado que los ciudadanos no siempre eligen aquello que les aporta el mayor beneficio. El paternalismo libertario preserva la libertad de elección de los ciudadanos pero permite la intervención de las instituciones con el fin de promover el bienestar de las personas (Sunstein y Thaler, 2008).

3.5. Ariel Rubinstein: *Modelling Bounded Rationality*

Tomando como referencia la racionalidad acotada de Simon, el matemático y economista Ariel Rubinstein propone en su libro *Modelling Bounded Rationality* (Rubinstein, 1998) explicitar los procedimientos de la toma de decisiones para modelizar el comportamiento económico. El objetivo inmediato de Rubinstein no es el desarrollo de una serie de modelos económicos, sino que su pretensión es proporcionar una serie de herramientas con las que se puedan elaborar modelos basados en la racionalidad acotada (Rubinstein, 1998: pp. 1-2).

Con esta obra Rubinstein también pretende acercar la racionalidad acotada a la ciencia económica, mejorando la poca repercusión que las ideas de Herbert Simon tuvieron en las principales corrientes económicas (Simon, 1978; Álvarez, 2002, 2009).

En una primera parte del libro, Ariel Rubinstein presenta al hombre racional y la postura económica clásica como puntos de referencia a partir de los cuales poder analizar y contrastar una serie de situaciones propias de la teoría de la decisión. Mediante estos ejemplos refuta el paradigma del hombre racional al presentarse situaciones que no pueden ser explicadas bajo el modelo de comportamiento de un agente decisor puramente racional. Además, marca las líneas de desarrollo para posibles alternativas y propone que estas sean sistemáticamente desarrolladas desde este nuevo enfoque (Rubinstein, 1998: p. 16).

La ciencia económica tradicional ha tomado como paradigma del agente

decisor aquel cuyo esquema de elección es el modelo intencional de la elección racional. En este sentido, a la ciencia económica le es suficiente con el hecho de que se pueda considerar al agente decisor como aquel individuo que, sin tener que serlo, se comporta como un hombre racional, capaz de hallar la estrategia de acción óptima que le permita alcanzar sus objetivos (Álvarez, 2002; Rubinstein, 1998).

Siguiendo un desarrollo más formal, la tarea del agente decisor consiste en la elección de uno de los elementos que pertenecen a un conjunto A de acciones, el denominado *problema de elección*, que es uno de los subconjuntos de alternativas del *conjunto universal de todas las alternativas posibles* \mathbf{A} . De manera que la premisa en este modelo abstracto consiste en la definición de una relación de preferencia \succsim sobre \mathbf{A} , mediante la cual, se puede describir a un agente decisor racional como un individuo que en un problema de elección A es capaz de elegir un elemento $E_{\succsim}(A) \in A$ tal que $E_{\succsim}(A) \succsim x$ para todo $x \in A$ ⁹. Este desarrollo lleva implícito la presunción de un conocimiento completo del conjunto de alternativas posibles, así como de la capacidad de optimización absoluta y sin errores a la hora de determinar la mejor estrategia.

Una vez formalizados y establecidos los presupuestos de la racionalidad estándar, Rubinstein analiza en los primeros capítulos diferentes situaciones de elección para agentes decisores individuales. Por ejemplo, en el marco procedimental analiza las consecuencias que se producen por la tendencia de los individuos a simplificar los problemas de decisión mediante la cancelación de las alternativas que resultan similares.

⁹Se podría hacer un desarrollo formal paralelo sustituyendo la relación de preferencia \succsim por una función de utilidad $u : \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{R}$ que conserve el orden, es decir, $a \succsim b$ si y solo si $u(a) \geq u(b)$ (Rubinstein, 1998: pp. 8-9).

Como ilustración de lo anterior, Rubinstein utiliza la versión propuesta por Kahneman y Tversky (1979), que es a su vez una variante con expectativas de ganancias más moderadas que las propuesta en la *paradoja de Allais* original¹⁰ (Rubinstein, 1998: pp. 26-27).

Se trata de un experimento de loterías simples en el cual se pide a un grupo de individuos que elijan entre dos tipos de loterías. Una lotería $L_i(x, p)$ proporciona un premio de x dólares con una probabilidad p y un premio de 0 dólares con probabilidad $1 - p$. La experiencia se lleva a cabo para dos grupos, los individuos del primer grupo tienen que elegir entre $L_3(4000, 0,2)$ y $L_4(3000, 0,25)$, y los del segundo grupo entre la lotería $L_1(4000, 0,8)$ y la $L_2(3000, 1)$.

Grupo 1	$L_3(4000, 0,20)$	$L_4(3000, 0,25)$	 Elección real
Grupo 2	$L_1(4000, 0,80)$	$L_2(3000, 1,00)$	 Modelo vNM

Tabla 3.1: *Contraejemplo del Axioma de Independencia del Teorema de Representación de vNM (Paradoja de Allais).*

En el primer grupo la mayoría de los individuos prefieren la lotería L_3 (tener una probabilidad de 0,2 de ganar 4000\$) sobre L_4 (tener una probabilidad de 0,25 de ganar 3000\$) y en el segundo grupo la mayor parte elige L_2 (tener la seguridad de ganar 3000\$) antes que L_1 (tener una probabilidad de 0,8 de

¹⁰El economista francés Maurice Allais diseñó en 1953 un contraejemplo dentro de la Teoría de la Decisión que contradecía las predicciones del modelo de la utilidad esperada. En este problema, los agentes decisores incumplían el axioma de independencia exigido por el Teorema de Representación de von Neumann y Morgenstern, sin que este comportamiento pudiera atribuirse a una actitud irracional (Steele y Stefánsson, 2016).

ganar 4000\$). Esto contradice el axioma de independencia, ya que L_3 y L_4 se pueden escribir en función de L_1 y L_2 (y del caso trivial de lotería de premio 0) respectivamente¹¹. De manera que la elección sobre L_3 y L_4 debe ser acorde a la elección entre L_1 y L_2 . A la hora de decidirse entre L_3 y L_4 la mayoría de los individuos del grupo 1 han equiparado la probabilidad 0,20 a la 0,25, simplificando el problema a la elección, mucho más sencilla, entre tener la posibilidad de ganar 4000\$ o 3000\$. Mientras que los individuos del segundo grupo no pueden aplicar el criterio de simplificación de alternativas similares, pero si parece plausible, que la decisión haya sido tomada siguiendo el principio conductista de la aversión al riesgo, al tener asignada probabilidad 1 (suceso seguro) a uno de los casos.

La paradoja se produce, por tanto, al contradecir el axioma de independencia del Teorema de Representación de von Neumann y Morgenstern sin que por ello se haya incumplido el criterio de racionalidad.

Por otro lado, Rubinstein señala diferentes situaciones donde se evidencia la necesidad de buscar un modelo de conocimiento que incorpore las diversas limitaciones cognitivas que los agentes decisores evidencian en los diferentes escenarios de la teoría de la decisión: la falta de exactitud en los cálculos, los errores en las observaciones, la memoria selectiva, la imposibilidad de ser conscientes de todos los datos, etcétera. A la hora de manejar la información, Rubinstein destaca dos factores a tener en cuenta en el caso de que la estructura de la información no sea una partición¹². (Álvarez, 2009; Rubinstein, 1998).

¹¹ $L_3 = 0,25L_1 + 0,75[0]$ y $L_4 = 0,25L_2 + 0,75[0]$

¹²El conjunto de la información presenta una estructura de partición si está formado por subconjuntos tales que todos los elementos pertenecen a uno de ellos (no existen subconjuntos vacíos) y solamente a uno de estos subconjuntos (subconjuntos disjuntos entre sí).

En primer lugar, el impacto del *timing* o la influencia que la sucesión temporal puede tener en la toma de decisiones; y, en segundo lugar, el peso de la cantidad de información, donde tener más información no siempre es una ventaja.

Se dan situaciones fuera del modelo estándar en las que el agente decisor obtiene información antes de actuar. En estos casos, hay que distinguir dos tipos de toma de decisiones según el factor temporal:

Toma de decisión ex-ante: la decisión se toma antes de que la información sea revelada y esta resolución depende de la información que va a recibir.

Toma de decisión ex-post: el agente decisor elige la acción después de recibir la información.

Esta distinción no se produce en el modelo estándar ya que la información revelada no supone ninguna diferencia a la hora de ordenar las preferencias; es decir, en este modelo la utilidad esperada ex-ante coincide con la utilidad esperada ex-post.

Aunque la ventaja que puede suponer poseer más información a la hora de tomar una decisión parece evidente, existen circunstancias en las cuales el desconocimiento o imposibilidad de acceso a cierta información supone un elemento beneficioso para el individuo. Como en el ejemplo anterior, esta situación puede darse si el conjunto de la información no presenta una estructura de partición. Hay situaciones en las que una parte *interesada* proporciona cierta información al individuo que tiene que decidir; de esta manera, el agente decisor asume riesgos que pueden perjudicarlo y que no hubiera elegido si hubiera

Sin embargo, existen modelos de información que no presentan estructuras de este tipo (Rubinstein, 1998: p. 55).

ignorado esta información adicional o si la hubiera neutralizado sabiendo el interés de la persona que la había proporcionado.

Siguiendo el ejemplo de Rubinstein (1998, pp. 53-56), supongamos que nos hacen una oferta que podemos aceptar o rechazar y que consiste en lo siguiente: se pueden dar tres situaciones posibles ω_1 , ω_2 , ω_3 que son equiprobables¹³; si se produce el suceso ω_2 entonces ganamos 3\$ y si se produce cualquiera de los otros dos sucesos (ω_1 o ω_3) entonces perderemos 2\$. En este caso, si no disponemos de información adicional, la elección óptima sería rechazar la oferta obteniendo el pago esperado 0\$, mientras que en el caso de aceptar la apuesta el pago esperado sería de $-1/3$ \$. Con el objetivo de persuadirnos, se nos informa que desde el estado ω_1 ya no puede suceder el estado ω_3 y, de la misma manera, que desde el estado ω_3 no puede darse el estado ω_1 . Si ignoramos el origen interesado de dicha información entonces nuestra opinión respecto a la oferta puede cambiar empeorando nuestra situación al aceptar la participación en la apuesta. La utilidad esperada ex-post coincide con la utilidad esperada ex-ante de $-1/3$.

Este ejemplo demuestra dos cosas: que aunque la estructura obtenida ex-post no sea una partición de Ω esto no conlleva necesariamente la diferencia entre la utilidad esperada ex-ante y la utilidad esperada ex-post; y, en segundo lugar, que la falta de información puede ser la garantía de que no se elija una determinada acción que hubiera resultado perjudicial.

¹³El conjunto de sucesos posibles $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \omega_3\}$ es tal que $p(\omega_1) = p(\omega_2) = p(\omega_3) = \frac{1}{3}$. La utilidad esperada siguiendo la definición de von Neumann y Morgenstern sería la suma de las utilidades asociadas a los distintos resultados posibles, ponderadas por sus probabilidades de ocurrencia:

$$\sum_{i=1}^3 x_i \cdot p(\omega_i)$$

En la segunda mitad del libro, Rubinstein desarrolla la situación de toma de decisiones para un grupo de individuos enfrentados entre sí, donde los agentes decisores interactúan entre ellos. Las estrategias que atañen a más de un individuo aportan un grado de complejidad que hace evidente la conveniencia de abordar el problema de modelización desde la racionalidad acotada. Esta complejidad es debida a factores como los recursos humanos, los medios disponibles, la importancia de la velocidad en tomar las decisiones, los plazos, el coste de las operaciones, el papel que juegan los incentivos en esos supuestos, la formación de equipos o, incluso, la posibilidad de que los agentes participantes desobedezcan (Rubinstein, 1998: 107-108). Para estudiar la diversidad de situaciones estratégicas que se presentan al incluir la interacción entre agentes, se centra en el análisis de una serie de ejemplos que ilustran algunos de los límites de la racionalidad y sugiere hacia dónde pueden dirigirse las mejoras en los modelos de decisión si se quiere conseguir incorporar los presupuestos de la racionalidad acotada.

Aunque el propio Simon critica con dureza la intención que persigue Ariel Rubinstein en su obra e incluso le recomienda lecturas que subsanen las deficiencias bibliográficas de la misma¹⁴. Hay que considerar *Modelling Bounded Rationality* como una de las obras que han permitido el desarrollo de las ideas de Herbert Simon para conseguir avanzar en la construcción de modelos cohe-

¹⁴Rubinstein recoge, contesta y comenta en el Capítulo 11 las cartas de Simon donde critica de manera extensa su obra:

So while I can get lots of fun, and good mathematical exercise, out of the rich collection of examples expounded in your lectures, I simply do not see how they lead to the kind of economic theory that we should all be seeking: a theory that describes real-world phenomena and begins to unify the description by the demonstration that a relatively small number of mechanisms (combined with a large body of knowledge about initial and boundary conditions) can produce all or most of these phenomena—not all of the phenomena that we can imagine, but those that actually occur. (Rubinstein, 1998: pp. 187-194)

rentes con las premisas de la racionalidad acotada. (Álvarez, 2009).

Rubinstein propone un cambio de enfoque en las líneas de investigación y en el diseño de modelos y dar un mayor énfasis al papel que desempeñan los procedimientos que los agentes decisores utilizan. De esta manera se pretende hacer patentes los razonamientos, métodos e interrelaciones que intervienen en la toma de decisiones y con los cuales poder desarrollar las herramientas adecuadas para la construcción de mejores modelos económicos. Sin olvidarse de los objetivos, Rubinstein quiere hacer patente la potencia que conlleva la inclusión de estos aspectos procedimentales en la investigación de nuevos modelos económicos en el marco de la racionalidad acotada (Rubinstein, 1998: p.4-5), para ello, se vale de una buena colección de experimentos que demuestran las carencias del modelo racional (Álvarez, 2009; Rubinstein, 1998) y muestra las posibles líneas de investigación hacia nuevos modelos del comportamiento humano.

Capítulo 4

Teoría de Juegos Generalizada

4.1. La Teoría de Juegos Generalizada como alternativa. Principios fundamentales

La Teoría de Juegos Clásica planteaba un esquema teórico insuficiente para modelizar las nuevas situaciones o “juegos” descritos por las teorías de racionalidad acotada. La necesidad de tener en cuenta que el procesamiento de la información se ve limitado por las capacidades de los “jugadores” y por las restricciones del entorno en el que transcurre el problema, desembocó en el desarrollo de una nueva teoría aplicable a múltiples agentes en un entorno de racionalidad acotada denominada Teoría de Juegos Generalizada (*Generalized Game Theory* o *GGT*), construida principalmente por el sociólogo norteamericano Tom R. Burns, en colaboración con Anna Gomolińska y Ewa Roszkowska.

La Teoría de Juegos Generalizada se podría englobar en el proyecto más general, impulsado a finales de los años setenta de manera colaborativa, princi-

palmente por Tom R. Burns, Thomas Baumgartner, Philippe DeVille y Helena Flam, para desarrollar una teoría que unifique y conceptualice de manera sistemática los sistemas y estructuras normativas que enmarcan y condicionan el comportamiento humano (Burns y Flam, 1987). En concreto, la Teoría de Juegos Generalizada generaliza y desarrolla, superando muchas de sus limitaciones, el enfoque clásico de la Teoría de Juegos y del Modelo de Elección Racional.

Esta extensión de la Teoría de Juegos Clásica parte de una redefinición de los conceptos de juego y de solución. En primer lugar, la idea de juego se considera una *forma social* (Burns y Roszkowska, 2005: 1) donde se recogen las diferentes maneras en que los conjuntos de reglas que constituyen las relaciones sociales organizan y regulan el proceso de juego. En segundo lugar, se relativiza el concepto de solución, en el sentido de que la solución a una situación de juego lo es de forma relativa a los puntos de vista de los correspondientes jugadores, esto no excluye situaciones en las que los jugadores llegan a una solución común de equilibrio. Entre las diferentes clases de equilibrios destaca el denominado equilibrio normativo por el papel fundamental que desempeña en la institución y mantenimiento del orden social.

Otro elemento determinante de la Teoría de Juegos Generalizada es la incorporación a la estructura formal del modelo del papel que desempeñan las instituciones o la diversidad de agrupaciones sociales como los gobiernos, las empresas, los hospitales o la familia a la hora de complementar la racionalidad acotada y la limitada capacidad de cálculo de los jugadores. Estos elementos sociales que en la propuesta clásica no tenían cabida, son muchas veces los más determinantes a la hora de establecer el marco de decisión.

Por medio de la Teoría de Juegos Generalizada se busca poder formalizar y analizar de forma general las situaciones de juegos abiertos. A diferencia de los juegos cerrados, en los cuales las reglas y parámetros del juego son fijas y predeterminadas, los juegos abiertos se caracterizan por ser situaciones en las que los jugadores interaccionan con otros componentes del juego que, en los juegos cerrados, pertenecen a la estructura inamovible del modelo. En estos casos, las reglas generales pueden ser reformuladas y los parámetros individuales de cada jugador pueden ser modificados según se actualiza la información disponible.

En un entorno de toma de decisiones con múltiples agentes pueden coincidir diferentes perfiles de conducta que caracterizarán la modalidad de las interacciones entre ellos. Así pues, los comportamientos de los jugadores pueden regirse por diferentes formas de actuación o combinaciones de ellas según las dimensiones o los *qualia* en los que se focalice la valoración, forzados por la situación y las limitaciones de cálculo, tiempo o de acceso a la información (Burns y Roszkowska, 2005: p. 17). Así pues, en un entorno burocrático los agentes decisores pueden ceñirse a parámetros habituales y procedimientos regulados por estándares de conducta.

Pero en otros contextos pueden priorizar criterios diferentes que determinen las interacciones, por ejemplo, los jugadores pueden seguir los parámetros de la racionalidad instrumental con comportamientos basados exclusivamente en la valoración que cada jugador hace de los beneficios y pérdidas que va a obtener como consecuencia de su acción. También hay situaciones en las que el peso recae en las apreciaciones emocionales que los jugadores tienen de las acciones (*feel good principle*) o, por el contrario, contextos en los que la corrección de las

acciones se decide según normas y leyes preestablecidas y como las actuaciones se ciñen a estas (*duty theory*). Por supuesto, también se presentan situaciones en las que el perfil de cada uno de los jugadores se ajusta a un tipo distinto de conducta y la interacción será producto de las combinaciones de diferentes modalidades de comportamiento.

4.2. Formalización del modelo GGT

4.2.1. Las reglas y los complejos de reglas

Los principales objetos de este modelo son los complejos de reglas (*rules complex*). Las reglas pueden ser imprecisas, modificables en mayor o menor medida o incluso inconsistentes pero su matematización es necesaria para la construcción algebraica del modelo. Para ello se generaliza el concepto de regla al de *complejo de reglas*. Este término no solo amplía la noción de conjunto de reglas sino que también recoge la interdependencia más o menos compleja que exista entre ellas.

Con el término *reglas*¹⁵, nos estamos refiriendo a una amplia variedad de objetos como pueden ser normas, metanormas, algoritmos, rutinas, estrategias, relaciones sociales, creencias, convicciones, valores o principios.

Un complejo de reglas se define formalmente tal que (Burns y Roszkowska, 2005: p. 8):

¹⁵El concepto de *regla* puede formalizarse como gránulo difuso de información (Gomolińska, 2004). Para expresar las reglas es necesario un lenguaje \mathcal{L} lo suficientemente rico como para poder enunciar las reglas mediante palabras. A su vez, las palabras son niveles de gránulos difusos de información (Zadeh, 1996) por lo que las reglas pueden considerarse desde este punto de vista, lo que permite razonar y manejar la información dentro del esquema de la lógica difusa y de la computación con palabras CW (*Computing with Words*).

1. Todo conjunto finito de reglas es un complejo de reglas.
2. Sean C_1 y C_2 complejos de reglas, entonces su unión $C_1 \cup C_2$ y sus respectivos conjuntos potencia $\mathcal{P}(C_i)$ son complejos de reglas.
3. Si $C_1 \subseteq C_2$ y C_2 es un complejo de reglas, entonces C_1 es un complejo de reglas.

Por tanto, esta clase de conjuntos es cerrado para la unión finita de complejos de reglas y para el conjunto formado por todos los subconjuntos de C_i , lo que implica que también es cerrado para la intersección y la diferencia, es decir, para cualesquiera complejos de reglas C_1 y C_2 , la intersección $C_1 \cap C_2$ y la diferencia $C_1 - C_2$ también serán complejos de reglas.

Y se define un conjunto B como *subcomplejo de reglas* de un complejo de reglas A

$$B \subseteq_g A$$

si y solo si $B = A$ o si B se ha obtenido de A mediante la eliminación de reglas o de paréntesis redundantes.

Mediante este concepto de complejo de reglas se hace posible recoger en forma de objeto matemático los conjuntos de reglas y a su vez las interrelaciones existentes entre ellas, de manera que pueda construirse la estructura matemática necesaria para desarrollar un modelo adecuado. Además, el concepto de complejo de reglas es un instrumento eficaz y flexible para el análisis de diversos problemas de la vida real en el campo de las interacciones sociales (Gomolińska, 2004: p. 412).

La Teoría de Juegos Generalizada busca superar la eficacia de la Teoría

TRABAJO FIN DE MÁSTER. MADRID, 2017. FACULTAD DE FILOSOFÍA.
UNED

de Juegos Clásica en contextos sociales incluyendo en su formalización la capacidad de interrelación entre agentes y los diversos factores sociales (institucionales, morales, familiares, etc.) que determinan el marco reglamentario del juego. Las estructuras y constricciones sociales preexistentes, así como los convenios institucionales definen el tablero en el que va a desarrollarse el juego, la estructura de una situación de toma de decisiones entre varios agentes. Esta estructura general del juego se representa por un complejo de reglas G , de manera que una vez que se concreta el marco en el que el problema de decisión va a tener lugar, el complejo de reglas G queda precisado para implementarse (Burns y Roszkowska, 2005: p. 15).

El complejo de reglas G constituye la estructura general de un problema de toma de decisiones donde existe la vaguedad en la concreción del marco y en la función que desempeña cada uno de los distintos participantes. A diferencia del modelo clásico, este complejo de reglas G se encuentra abierto a la posibilidad de la reestructuración del juego y a la reformulación de las reglas debido a la interacción entre los jugadores. De esta manera, la Teoría de Juegos Generalizada permite modelizar situaciones en las que los jugadores pueden reelaborar sus estrategias y redefinir los patrones de actuación. Por ejemplo, en las situaciones de negociación entre agentes de bolsa en el mercado de valores (Burns, Gomolińska y Meeker, 2001: pp. 4-5).

En un juego o problema de toma de decisiones ya definido para una situación determinada, se representa por $G(t)$, el complejo de reglas en una situación o contexto S_t relativa a un momento t . El concepto de complejo de reglas da uniformidad al modelo ya que recoge todos los elementos significativos que influyen en el problema. Así pues, una vez determinado el conjunto

$I = \{1, 2, \dots, n\}$ de jugadores o agentes involucrados en el juego o problema de decisión, el papel que desempeña cada uno de los jugadores $i \in I$ está especificado como un subcomplejo $ROL(i, t, G)$ del juego $G(t)$

$$ROL(i, t, G) \subseteq_g G(t)$$

es decir, el papel que desempeña el jugador i en el momento $t \in T$ en el juego G (Burns y Roszkowska, 2005: p. 11).

Las reglas en una situación S_t se pueden agrupar en cuatro subcomplejos de reglas principales:

1. El complejo de creencias o convicciones $MODELO(i, t)$
2. El complejo de valores o principios $VALOR(i, t)$
3. El complejo de acciones o estrategias $ACCIÓN(i, t)$
4. El complejo o función de juicio o de modalidades¹⁶ de juicio $J(i, t)$

Este último subcomplejo de reglas $J(i, t)$ es el que permite al jugador i , en el contexto de la situación S_t , ser capaz de llevar a cabo comparaciones y de encontrar similitudes que le permitan organizar las preferencias respecto a los otros jugadores.

El subcomplejo de juicios posibilita estimar la validez de otros subcomplejos de reglas y discernir sobre la verdad de, por ejemplo, datos y creencias. De esta forma, seleccionar una determinada acción lo suficientemente satisfactoria del

¹⁶En la Teoría de Juegos Generalizada se puede utilizar la notación $MODALIDAD(i, t)$ como alternativa a $J(i, t)$ ya que este modelo distingue entre varias modalidades de juicio: normativa, instrumental, rutinaria o habitual, emocional, entre otras (Burns, Gomolińska y Meeker, 2001: pp. 3-4; Burns y Roszkowska, 2005: p. 34)

complejo de acciones o estrategias $ACCIÓN(i, t)$ (Burns y Roszkowska, 2005: 13-14).

Por otro lado, el complejo de valores $VALOR(i, t)$ será el que habilite a cada agente decisor i un marco de referencia con el cual llevar a cabo la valoración de las opciones disponibles que le permita decidir cual es la que mejor satisface sus expectativas. Para formalizar este mecanismo de estimación mediante comparación que permita graduar las preferencias se hace necesario concretar cuales son las variables de la función de juicio $J(i, t)$.

4.2.2. El agente social en el modelo GGT

Mediante esta formalización, el modelo que representa el complejo de reglas G recoge todas las funciones $ROL(i, t)$ que los agentes desempeñan en G y, además, debe incluir el conjunto de normas R que regulen el juego. Los elementos del conjunto R son reglas y complejos de reglas de todo tipo: algoritmos, normas generales, sanciones, etc. Su diversidad depende de la complejidad y de las características del juego y son necesarias para constituir el marco G del modelo y regularlo:

$$G(t) = [ROL(1, t), ROL(2, t), \dots, ROL(n, t), R]$$

Los agentes decisores y las interacciones sociales pueden ser representadas por los complejos de reglas adecuados. Por tanto, se deduce, que los agentes sociales son gránulos de información (Gomolińska, 2004).

Dado un agente i del conjunto de jugadores $I = \{1, 2, \dots, n\}$ y una situación

S_t , denotamos al complejo de todas las reglas asociadas al agente social por $ACTOR(i, t)$. Además del subcomplejo de reglas $ROL(i, t)$ que reúne todas las funciones o roles que el agente desempeña, es conveniente definir otro subcomplejo asociado a $ACTOR(i, t)$. Este subcomplejo de reglas $CTRL(i, t)$ recoge la gestión y mantenimiento de todas las reglas y procedimientos que controlan el funcionamiento del complejo $ACTOR(i, t)$, estas forman el subcomplejo de control en una situación t . Además del subcomplejo de las posibles acciones o estrategias $ACCIÓN(i, t)$, hay otro subcomplejo de $ROL(i, t)$ que recoge las diferentes modalidades de acción de i en una situación S_t (racionalidad instrumental, procedimental, etcétera) se trata del *complejo de modalidad*, o *complejo de las modalidades de acción o juicio*, $J(i, t)$ (ver Figura 4.1) .

4.2.3. El Principio de Determinación de la Acción. *Similitud suficiente*

El juicio sobre las acciones o la valoración de las acciones permitirá al agente decisor comparar, en una norma de referencia, las propiedades asignadas a las acciones con las cualidades de los valores o principios esperados. Por lo que se hace necesario para la elaboración de dicha norma la obtención de los datos necesarios para construir una escala de las preferencias sobre el conjunto finito de opciones disponibles.

Si la valoración se lleva a cabo sobre una sola acción, entonces cada agente decisor i juzgará su adecuación en relación a sus valores en el complejo $VALOR(i, t)$. En el caso de que la valoración se lleve a cabo sobre un conjunto de múltiples opciones entonces el agente decisor juzgará qué acción o

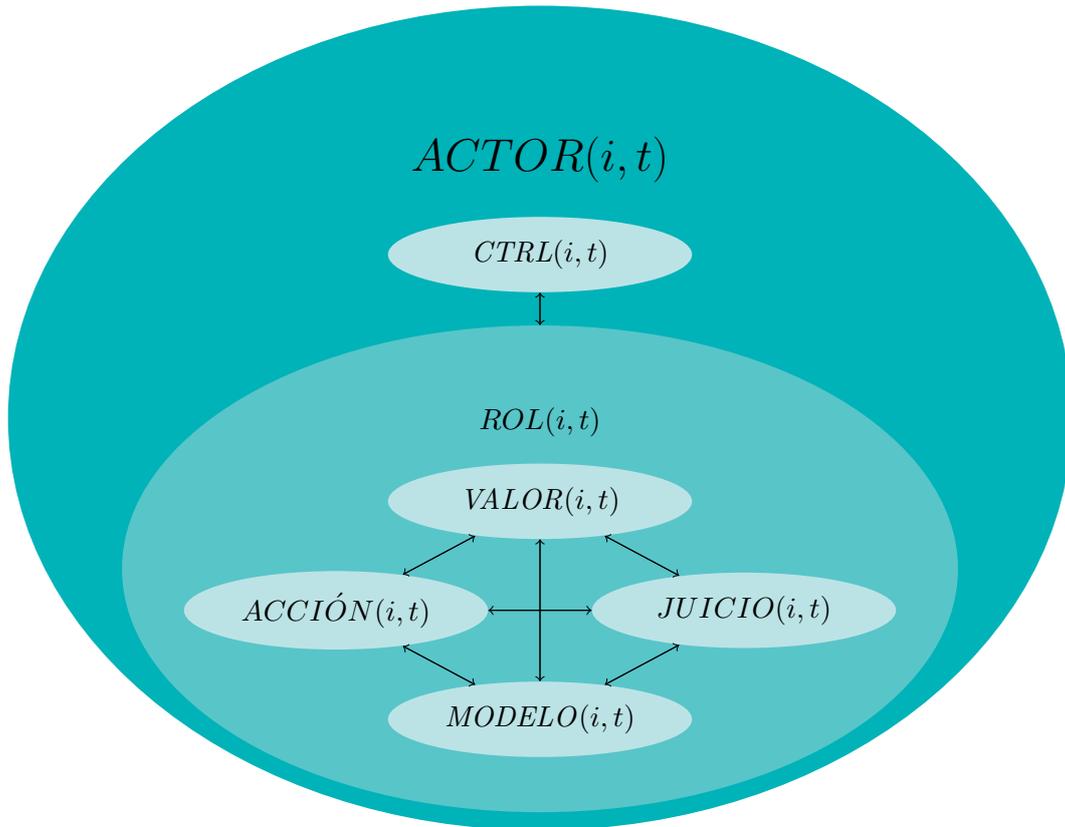


Figura 4.1: *El complejo de reglas de un agente social $ACTOR(i, t)$*
(Gomolińska, 2004)

subconjunto de acciones es preferible al resto de las alternativas, para ello, los jugadores deben tomar en consideración las referencias adecuadas y relevantes de los complejos de valores pertinentes que les permitan comparar valores y acciones mediante la función de juicio.

En concreto, dada una situación de toma de decisiones S_t en un juego $G(t)$, el proceso de comparación y evaluación que lleva a cabo el jugador i con el perfil determinado por $ROL(i, t)$ para decidir sobre una acción a o sobre un subconjunto de acciones entre las posibles de A vendrá determinado por el *principio de determinación de la acción* (Burns y Roszkowska, 2005: 13).

Es decir, para elegir una acción a o subconjunto de acciones a_1, a_2, \dots, a_k entre las posibles de A , el agente decisor tiene que comparar la similitud de esa acción a con el valor v apropiado del subcomplejo de principios $VALOR(i, t)$, siempre según las especificaciones determinadas por el subcomplejo de funciones $ROL(i, t)$. Debe juzgar si la apreciación subjetiva que el agente tiene sobre las cualidades que se esperan de la acción $a \in A$ tiene la suficiente similitud con la apreciación subjetiva del valor predeterminado $v \in VALOR(i, t)$ ¹⁷.

Para formalizar el mencionado concepto de *apreciación subjetiva*¹⁸ la Teoría de Juegos Generalizada recurre al término *qualia* (Burns y Roszkowska, 2005). Por lo que la comparación se realiza entre el conjunto finito de los atributos que caracterizan la acción $a \in A$, y que estará representado por el conjunto $Q(a)$, y el conjunto de los qualia respectivos que caracterizan el principio v y que estará representado por el conjunto $Q(v)$.

Por tanto, el principio de determinación de la acción en un contexto de toma de decisiones S_t consiste en un proceso mediante el cual un agente $i \in I$, que ejerce las funciones determinadas en el subcomplejo de reglas $ROL(i, t)$ de un juego $G(t)$, elige la acción a , de entre todas las acciones disponibles del conjunto A , que satisfaga la ecuación

$$J(i, t)(Q(a), Q(v)) = \text{suficiente similitud}$$

¹⁷El valor $v \in VALOR(i, t)$ puede ser un valor único o un vector (v_1, v_2, \dots, v_k) que recoge diferentes dimensiones pertinentes al problema.

¹⁸Para esta formalización, la Teoría de Juegos Generalizada parte de la propuesta de Herbert Simon de incorporar al modelo la idea de satisfacción suficiente de los intereses de los jugadores. De esta forma se va a hacer referencia a la búsqueda de la *suficiente similitud*, a la satisfacción de mínimos frente al objetivo maximizador y único de la Teoría General a la hora de emitir el juicio (Burns y Roszkowska, 2004, 2010).

Esta expresión hay que entenderla dentro del marco de la teoría de conjuntos difusos donde se hace necesaria la superación del concepto discreto de pertenencia (Burns y Roszkowska, 2004, 2005, 2010).

La determinación de la acción adecuada en un entorno de racionalidad aceptada se fundamenta en la capacidad de los agentes decisores de valorar y juzgar los grados de semejanza y diferencia entre elementos partiendo de información imprecisa, teniendo en cuenta que su éxito en la elección dependerá de la interacción con los otros agentes y la dependencia de las acciones elegidas por estos. Esto conlleva la necesidad de suavizar la noción de pertenencia de un elemento a un conjunto y, por consiguiente, una definición que extienda la noción clásica de conjunto. Para esta conceptualización, la Teoría de Juegos Generalizada recurre a la idea de conjunto borroso o difuso (*fuzzy set*), este concepto fue desarrollado principalmente por el matemático y fundador de la lógica difusa Lofti Asker Zadeh para representar matemáticamente la imprecisión relativa a cierta clase de objetos.

La idea que propuso L. A. Zadeh para poder incluir esta forma de vaguedad en un modelo matemático fue una generalización del concepto de conjunto, definió un conjunto difuso como una clase con una serie continua de grados de pertenencia (Zadeh, 1965: 339). Para la formalización de esta idea de pertenencia gradual o continua a un conjunto se recurre al concepto de *función de pertenencia*¹⁹ que determina o mide el grado de pertenencia a un conjunto. De

¹⁹La *función de pertenencia* o *función característica* de un conjunto difuso A del espacio de objetos X

$$f_A : X \longrightarrow [0, 1]$$

asocia cada elemento de X (el dominio podría restringirse a un subconjunto de X) a un número real del intervalo $[0, 1]$, de manera que cuanto mayor es el número $f_A(x) \in \mathbb{R}$

esta manera, la función $J(i, t)(Q(a), Q(v_i))$ determina el grado de pertenencia de la acción $a \in ACCIÓN(i, t)$ al conjunto de acciones tales que sus características esperadas o *qualia* $Q(a)$ coinciden de manera suficiente con la norma o estándar a satisfacer $Q(v_i)$ por el agente decisor $i \in I$.

El grado de *suficiente similitud* determinado por la función de juicio J permite a cada uno de los jugadores $i \in I$ ordenar el conjunto de acciones posibles según su capacidad para lograr v_i y, por tanto, elegir aquella acción del subcomplejo de estrategias $ACCIÓN(i, t)$ que coincida en mayor medida con v_i . En consecuencia, una vez ordenadas las acciones, cada jugador $i \in I$ decidirá llevar a cabo aquella acción de entre todas las posibles que maximice²⁰ el concepto de *similitud suficiente* (Burns y Roszkowska, 2005).

La forma en que los jugadores gestionan los complejos de reglas no tiene la sencillez de algo mecánico sino la complejidad de la conducta humana. Los agentes necesitan adaptar las reglas a las circunstancias de una situación concreta, para ello, las interpretan y las mejoran. Sin embargo, las constricciones sociales o las presiones individuales condicionan y transforman los complejos de reglas, pueden llevar a los jugadores a su abandono por intereses individuales o, incluso, a su rechazo por influencias o presiones externas. Tampoco hay que olvidar los posibles errores que se cometerán al aplicar determinadas reglas por causa del razonamiento acotado de los jugadores.

asignado a x , mayor es el grado de pertenencia de x al conjunto A . De esta forma un conjunto *ordinario* sería un caso concreto de este en el cual la función de pertenencia sería la función característica que solo toma los valores 0 y 1. (Zadeh, 1965: pp. 339-340).

²⁰Siguiendo la notación anterior, el agente decisor $i \in I$ elige la acción a_M tal que $J(i, t)(Q(a_M), Q(v_i)) = \max\{J(i, t)(Q(a_n), Q(v_i))\}, \forall a_n \in ACCIÓN(i, t)$.

4.3. Revisión de la noción clásica de equilibrio.

El Dilema del Prisionero desde la perspectiva de la GGT

En el Dilema del Prisionero planteado en el capítulo segundo se aplicaba el modelo de la Teoría de Juegos Clásica, lo cual llevaba a una solución de tipo *equilibrio de Nash* (Tabla 2.1) ya que la situación tenía que ser restringida al caso de juego no cooperativo. La generalización de la Teoría de Juegos Generalizada permite refinar el problema y contemplar un mayor número de escenarios al poder incluir el concepto de cooperación mutua entre jugadores. En este caso la matriz descriptiva refleja la posibilidad de que los prisioneros cooperen entre sí y, por tanto, no confiesen, o que un jugador no coopere con el otro jugador y confiese.

		Jugador 2		
		No coopera ($\neg C$)	Coopera (C)	
Jugador 1	No coopera ($\neg C$)	2,2	4,0	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cooperación ■ Jerarquía ■ Enemistad ■ Indiferencia ■ Rivalidad
	Coopera (C)	0,4	3,3	

Tabla 4.1: *Matriz GGT del Dilema del Prisionero*

Los valores de la matriz de la tabla 4.1 permiten ordenar las funciones de juicio $J(i, t)$ según los distintos escenarios de cooperación entre los jugadores o modelos de relación entre ellos:

solidaridad : criterios de cooperación y de autosacrificio.

En el caso de una relación de cooperación mutua o de solidaridad entre los prisioneros las valoraciones de las acciones posibles se ordenan de la siguiente manera:

$$J(1,t)(C,C) > J(1,t)(C,-C) = J(1,t)(-C,-C) = J(1,t)(-C,C)$$

$$J(2,t)(C,C) > J(2,t)(C,-C) = J(2,t)(-C,-C) = J(2,t)(-C,C)$$

y, por tanto, ambos prisioneros deciden cooperar (C,C) ya que en ese caso se llega a una solución de equilibrio óptima (equilibrio normativo) que, además, verifica el principio de la justicia distributiva. El valor de la solidaridad lleva a una distribución simétrica de los beneficios.

rivalidad : el criterio es superar al rival y, por tanto, la solución aceptable por los jugadores será asimétrica (uno de ellos gana más que el otro).

Cada jugador i se atiene a un valor v_i para elegir la acción a_i que le proporcione una ventaja máxima sobre el otro jugador. El qualia $Q(a_i)$ asociado a a_i recoge las consideraciones de las respuestas del otro jugador. De manera que $J(1,t)(Q(a_1^*), Q(v_1)) \neq J(2,t)(Q(a_2^*), Q(v_2))$. En el caso de esta relación de rivalidad entre los prisioneros las valoraciones de las acciones posibles se ordenan, según la información de la tabla 4.1, de la siguiente manera:

$$J(1,t)(-C,C) > J(1,t)(-C,-C) = J(1,t)(C,C) > J(1,t)(C,-C)$$

$$J(2, t)(C, \neg C) > J(2, t)(\neg C, \neg C) = J(2, t)(C, C) > J(2, t)(\neg C, C)$$

y, por tanto, la solución deseada será la no cooperativa para ambos, $(\neg C, C)$ para J_1 y $(C, \neg C)$ para J_2 , por lo que no se llega a ningún tipo de equilibrio y el resultado al que desemboca la competitividad de ambos jugadores es inestable.

enemistad : como adversarios el criterio es causar el mayor daño al contrario independientemente de los daños o beneficios propios.

En el caso de una relación de enemistad o de antagonismo entre los prisioneros las valoraciones de las acciones posibles se ordenan con la información de la tabla 4.1, quedando ordenados de la siguiente manera:

$$J(1, t)(\neg C, C) > J(1, t)(\neg C, \neg C) > J(1, t)(C, C) = J(1, t)(C, \neg C)$$

$$J(2, t)(C, \neg C) > J(2, t)(\neg C, \neg C) > J(2, t)(C, C) = J(2, t)(\neg C, C)$$

y, por tanto, ambos prisioneros deciden no cooperar $(\neg C, \neg C)$ ya que sin ser en ese caso la solución óptima se llega a un tipo de solución de equilibrio que satisface a ambos jugadores.

jerarquía : criterio de obediencia o de subordinación de un jugador a otro.

Por la jerarquía, un jugador domina al otro y se produce una interacción asimétrica. En este caso, el jugador 2 está obligado a mostrar deferencia al jugador 1 que lleva la iniciativa:

$$J(1, t)(\neg C, C) > J(1, t)(\neg C, \neg C) = J(1, t)(C, C) > J(1, t)(C, \neg C)$$

$$J(2, t)(\neg C, C) > J(2, t)(\neg C, \neg C) = J(2, t)(C, C) > J(2, t)(C, \neg C)$$

de manera, que la solución $(\neg C, C)$ sigue el principio de la justicia distributiva, que en este caso ha de ser asimétrica, produce una situación de equilibrio normativo.

indiferencia : cada uno de los jugadores sigue el principio de la racionalidad instrumental.

Los dos jugadores son egoístas racionales y actúan valorando únicamente su propio beneficio:

$$J(1, t)(\neg C, C) > J(1, t)(\neg C, \neg C) = J(1, t)(C, C) > J(1, t)(C, \neg C)$$

$$J(2, t)(C, \neg C) > J(2, t)(\neg C, \neg C) = J(2, t)(C, C) > J(2, t)(\neg C, C)$$

Este último caso, la relación de indiferencia lleva a los jugadores racionales y egoístas a una solución $(\neg C, \neg C)$ que no es la óptima, en la que como ya hemos visto se llega a una situación de equilibrio pero insatisfactoria para ambos jugadores, por lo que es una situación inestable al no ser satisfactoria para ninguno de los jugadores.

El concepto de equilibrio proporciona una solución común satisfactoria o lo suficientemente aceptable para los jugadores. La Teoría General de Juegos considera varios tipos de equilibrio. Cuando en una situación de equilibrio ninguno de los jugadores puede mejorar su situación eligiendo una acción distinta a la de la situación de equilibrio se trata del ya mencionado equilibrio de Nash.

La formalización del *equilibrio de Nash generalizado* (Burns y Roszkowska, 2004, 2005) puede expresarse de la siguiente manera: dado un juego G y el conjunto $I = \{1, 2, \dots, n\}$ de jugadores o agentes involucrados en el juego o problema de decisión, y sea el conjunto de acciones o estrategias de un jugador $i \in I$, el conjunto $ACCIÓN(i)$, se denomina equilibrio de Nash al hecho de que la n-tupla de acciones $a_I = (a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n)$ para $a_i \in ACCIÓN(i)$ verifique que

$$J(i, t)(a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n) \geq J(i, t)(a_1, a_2, \dots, b_i, \dots, a_n) \forall i \in I \forall b_i \in ACCIÓN(i)$$

es decir, cualquier acción b_i no puede mejorar la situación de equilibrio a_I .

Desde un punto de vista más general las consecuencias $Q(a_I)$ de las acciones a_I deben satisfacer las normas v_I para cada uno de los jugadores, es decir v_I constituye un entorno normativo colectivo o institucional que debe cumplirse dando lugar a lo que se denomina *equilibrio normativo*.

Capítulo 5

Conclusiones

El problema de la toma de decisiones en contextos reales y, por tanto, de gran complejidad, pone en evidencia las limitaciones del modelo estándar. El modelo clásico de la Elección Racional ha sido la norma indiscutible que ha dominado las principales aproximaciones a la comprensión de los patrones de comportamiento social, debido en gran parte a la potencia y elegancia de la Teoría de Juegos²¹. Las propuestas alternativas para construir modelos del comportamiento se fundamentan en nuevos presupuestos y estructuras teóricas más refinadas que sean capaces de explicar de manera más fiel la racionalidad humana. Estos nuevos planteamientos persiguen una mejora de los modelos para conseguir una base empírica más sólida.

Los problemas que surgen de la falta de realismo de la Teoría de la Elección Racional darán lugar a las denominadas Teorías de la Racionalidad Acotada, las cuales proporcionan modelos que incorporan la capacidad limitada del ser humano a la hora de procesar la información y que puedan así ser aplicados de

²¹ “Certainly, this theoretical approach could claim the most systematic and elegant formulations of human action models.” (Burns y Roszkowska, 2016, p. 197)

forma más eficiente a un rango aún mayor de situaciones y contextos complejos. En estas teorías también se tendrá en cuenta el entorno del problema, ya que la riqueza de los escenarios en los problemas de toma de decisiones requiere un mayor refinamiento en los modelos de racionalidad.

Herbert Simon mostró como los modelos anteriores son rígidos y poco realistas al considerar conocimientos y capacidades de procesamiento ilimitados. Propuso un acercamiento que tuviera en consideración el hecho de que la toma de decisiones de las personas se fundamenta en la búsqueda de un cierto grado de satisfacción de un grupo de criterios y, por otro lado, en una incapacidad de procesar y abarcar toda la información. Una de las causas de limitación pueden ser los problemas de toma de decisiones acotados en el tiempo y que necesitan para su resolución que el individuo utilice las posibilidades del entorno y sea capaz de manejar reglas simples de forma rápida. El hecho de tener que procesar con rapidez lleva a considerar el volumen de información óptimo que se debe manejar contradiciendo la idea intuitiva de que un incremento en la cantidad de información se ve automáticamente reflejado en una mejor posición a la hora de tomar una decisión.

La racionalidad acotada propuesta por Simon es una buena base estructural a partir de la cual seguir construyendo²² un modelo más humano y realista.

El modelo económico estándar considera a los individuos como agentes racionales que toman decisiones maximizando su utilidad y cuyas preferencias pueden describirse mediante funciones de utilidad (Álvarez, 2002: p. 6; Becker,

²² “Interesa pues señalar que deberíamos considerar ya a la racionalidad acotada como el punto de partida insoslayable, y que otros rasgos de la racionalidad que deseemos incorporar en nuestros modelos (como la racionalidad expresiva propuesta por Hargreaves) podríamos entenderlos como elementos complementarios de esa racionalidad básica «por defecto».” (Álvarez, 2002, p. 10)

1976) . Este planteamiento tradicional es demasiado rígido y unidimensional por lo que no se adapta a la complejidad real del problema. El concepto de racionalidad debe “ser mezcla de aspectos instrumentales, procedimentales y expresivos” (Álvarez, 1992: p. 75).

Los modelos económicos neoclásicos que han sido construidos sobre la figura del homo economicus, y que prevalecen en la ciencia económica, han demostrado no ser soluciones completamente satisfactorias a la hora de explicar los mecanismos mediante los cuales tomamos nuestras decisiones. Este prototipo de agente decisor completamente racional ha resultado ser un ejemplar demasiado irreal y ficticio para ser tomado como elemento fundamental de una teoría de la decisión capaz de estudiar el comportamiento humano en el aspecto económico (Burns y Roszkowska, 2016). Adoptamos resoluciones que no son las óptimas, o que son incluso erróneas. Nuestras decisiones muestran que el individuo perfectamente racional no nos representa debido a una gran variedad de causas: nuestras limitaciones en la capacidad de cálculo; los errores de juicio y de razonamiento que cometemos; la fundamentación en datos irrelevantes; la influencia de la forma en que la información nos es presentada; al predominio de nuestras emociones e impulsos, etcétera. Simon critica principalmente la premisa de racionalidad ilimitada del individuo y su capacidad infinita de optimización, y presenta el concepto más realista de la racionalidad acotada sobre el cual construir modelos más realistas y humanos.

No se trata de que los modelos no puedan ser simples y abstractos. sino que partiendo de la observación empírica, la abstracción posibilite la idealización necesaria para construir modelos económicos que nos permitan simular interrelaciones, aislar conceptos, evaluar hipótesis o comprender situaciones

complejas de manera que, al igual que con las fábulas, “An economic model is also somewhere between fantasy and reality” (Rubinstein, 2012: pp.16-18), podamos volver a la realidad y aplicar lo aprendido. Tampoco se trata de abarcar lo irracional, “[...] que la conducta no se corresponda con el modelo habitual de racionalidad no significa que sea caótica” (Álvarez, 2009), sino de acercarse lo más posible a la manera en que discurrimos y tomamos decisiones.

La Teoría Generalizada de Juegos incorpora a la teoría de juegos elementos determinantes a la hora de modelizar situaciones en entornos sociales realistas. Sus principales creadores Tom R. Burns, Anna Gomolinska y Ewa Roszkowska plantean la incorporación de conceptos propios de las ciencias sociales y de la psicología (valores, las relaciones sociales, las instituciones, creencias, etc.) para superar las limitaciones de la propuesta clásica en su aproximación a las explicaciones de la conducta humana.

La mayor flexibilidad de la Teoría de Juegos Generalizada en comparación con el modelo clásico hace posible el análisis de una mayor variedad de problemas. Por ejemplo, además de los juegos cerrados o juegos no susceptibles de transformación, se pueden modelizar los juegos abiertos, es decir, aquellos que admiten modificaciones, mediante la incorporación de factores que permiten a los jugadores ir transformando el juego. En los juegos cerrados los complejos de reglas de los jugadores son conjuntos de valores fijos e invariantes para cada $i \in I$ en una situación S_t de un juego $G(t)$. Sin embargo, son los juegos abiertos los que proporcionan modelos adecuados a la mayoría de las situaciones reales de interacción social ya que permiten a cada jugador $i \in I$ reformular el conjunto de acciones $ACCIÓN(i, t)$ o modificar cualquiera de los otros subcomplejos de reglas, $VALOR(i, t)$ o $J(i, t)$, a medida que la situación se

desarrolla, lo que permite recoger una mayor casuística de roles o de relaciones sociales entre participantes y llegar a soluciones satisfactorias.

La Teoría de Juegos Generalizada puede extenderse formalizando los razonamientos aproximados y los juicios difusos de los jugadores. Los complejos de valores recogen las preferencias, inconsistencias y valores que los jugadores manejan para construir los juicios necesarios sobre las acciones. Un modelo más realista y eficaz debe conceptualizar la vaguedad de las valoraciones y ser capaz de formalizar las fronteras difusas de las semejanzas y las diferencias. En este caso la determinación de la acción debe hacerse en el contexto teórico adecuado de la lógica difusa y de los conjuntos borrosos. Por ejemplo, en las situaciones de juegos o negociaciones bilaterales en los mercados de valores.

La imprecisión de los conceptos y la necesidad de modelizar los procedimientos mediante los cuales razonamos, conlleva el desarrollo de herramientas de computación no estándar. Según este planteamiento, las palabras son niveles de gránulos difusos de información (Zadeh, 1996) y, por tanto, las reglas y complejos de reglas que se forman con ellas pueden considerarse gránulos de información. De esta manera, el modelo que plantea la Teoría de Juegos Generalizada puede entroncarse con el desarrollo de la computación con palabras (CW) y de la computación granular para el tratamiento de conjuntos de datos.

Es decir, se formaliza el concepto fundamental de *regla* como gránulo difuso de información (Gomolińska, 2004). Para expresar las reglas es necesario un lenguaje \mathcal{L} lo suficientemente rico como para poder enunciar las reglas mediante palabras. A su vez, las palabras son niveles de gránulos difusos de información por lo que las reglas pueden considerarse desde este punto de vista, lo que permitirá razonar y manejar la información dentro del esquema y

del modelo formal de la lógica difusa y de la computación con palabras CW
(*Computing with Words*).

Bibliografía

Álvarez, J. F., 1992. “¿Es inteligente ser racional?” , *Argumentos de razón técnica*, vol. 3, pp. 93-114.

Álvarez, J. F., 2000. “Racionalidad, modelos humanos y economía normativa”, *Argumentos de razón técnica*, vol. 3, pp. 93-114.

Álvarez, J. F., 2002. “El tejido de la racionalidad acotada y expresiva”, *Manuscrito*, v. XXV, n. 2, 11-29. Michael B. Wrigley(ed.), 2002: Dialogue, Language, Rationality: A Festschrift for Marcelo Dascal. CLE/UNICAMP, State University of Campinas, Campinas.

Álvarez, J. F., 2009. “Elección racional y racionalidad limitada”, *Sobre la economía y sus métodos*, *Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía*, v. 30, 177-196. Ed. Trotta, CSIC, Madrid.

Becker, G.S., 1976, *The economic approach to human behavior*, University of Chicago Press, Chicago.

Becker, G.S., 1981, *A treatise on the family*, Enlarg edn, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Burns, T. R., Flam, H., 1987, *The Shaping of Social Organization: Social Rule System Theory with Applications*, Sage Publications, London.

Burns, T.R., Gomolińska, A., & Meeker, L.D., 2001, "The Theory of Socially Embedded Games: Applications and Extensions to Open and Closed Games", *Quality and Quantity*, vol. 35, no. 1, pp. 1-32.

Burns, T. R., Roszkowska, E., 2004, "Fuzzy Games and Equilibria: The Perspective of the General Theory of Games on Nash and Normative Equilibria", *Rough-Neural Computing. Techniques for Computing with Words*, Pal, S.K., Polkowski, L. and Skowron, A., Springer, Berlin, 435-470.

Burns, T. R., Roszkowska, E., 2005, "Generalized game theory: Assumptions, principles, and elaborations grounded in social theory", *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric*, vol. 8, no. 21, pp. 7-40.

Burns, T.R., Roszkowska, E., 2008, "The social theory of choice: from Simon and Kahneman-Tversky to GGT modelling of socially contextualized decision situations", *Optimum Studia Ekonomiczne*, vol. 3, no. 39, pp. 3-44.

Burns, T.R., Roszkowska, E., 2010, "Fuzzy Bargaining Games: Conditions of Agreement, Satisfaction, and Equilibrium", *Group Decision and Negotiation*, vol. 19, no. 5, pp. 421-440.

Burns, T.R., Roszkowska, E., 2016, "Rational Choice Theory: Toward a Psychological, Social, and Material Contextualization of Human Choice Behavior", *Theoretical Economics Letters*, 2016, 6, 195-207. Accesible en SciRes. <http://www.scirp.org/journal/tel> <http://dx.doi.org/10.4236/tel.2016.62022>.

TRABAJO FIN DE MÁSTER. MADRID, 2017. FACULTAD DE FILOSOFÍA.
UNED

Gigerenzer, G., Selten, R., 2001, *Bounded rationality: the adaptive toolbox*, MIT Press, Cambridge.

Gomolińska, A., 2004, “Fundamental Mathematical Notions of the Theory of Socially Embedded Games: A Granular Computing Perspective”, en *Rough-Neural Computing: Techniques for Computing with Words*, Pal, S.K., Polkowski, L. and Skowron, A., Springer, Berlin, 411-434

Guala, F., 2006, “Has Game Theory Been Refuted?”, *Journal of Philosophy*, vol. 103, no. 5, pp. 239-263.

Harsanyi, J.C., 1977, *Rational behavior and bargaining equilibrium in games and social situations*, Cambridge University Press, Cambridge.

Kahneman, D., & Tversky, A., 1979, “Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk”, *Econometrica (pre-1986)*, vol. 47, no. 2, pp. 263.

Kahneman, D., & Tversky, A., 1986, “Rational Choice and the Framing of Decisions”, *The Journal of Business*, vol. 59, no. 4, pp. S251-S278.

Kahneman, D., 2003, “Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics”, *The American Economic Review*, vol. 93, no. 5, pp. 1449-1475.

Kuhn, S., 2014, “Prisoner’s Dilemma”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Fall 2014 Edition. Accesible en <http://plato.stanford.edu/archives/fall2014/entries/prisoner-dilemma/>.

[Consulta: 2-5-2016]

TRABAJO FIN DE MÁSTER. MADRID, 2017. FACULTAD DE FILOSOFÍA.
UNED

Nash, J., 1950, "Equilibrium Points in N-Person Games", *Proceedings of the National Academy of Sciences* 36 (1), pp. 48-49

Nash, J., 1951, "Non-Cooperative Games", *Annals of Mathematics*, vol. 54, no. 2, pp. 286-295

Ross, D., 2016, "Game Theory", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Spring 2016 Edition. Accesible en <http://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/game-theory/>. [Consulta: 2-5-2016]

Rubinstein, A., 1998, *Modelling Bounded Rationality*, MIT Press, Cambridge.

Rubinstein, A., 2012, *Economic fables*, Open Book Publishers, Cambridge.

Samuelson, P., 1938a, "A Note on the Pure Theory of Consumer's Behaviour", *Economica*, vol. 5, 17, pp. 61-71.

Samuelson, P., 1938b, "A Note on the Pure Theory of Consumer's Behaviour", *Economica*, vol. 5, 19, pp. 353-354.

Sen, A. K., 1977, "Rational Fools: A Critique of the Behavioral Foundations of Economic Theory", *Philosophy & Public Affairs*, v. 6, n. 4, 317-344.

Sen, A. K., 1994, "The Formulation of Rational Choice", *The American Economic Review*, vol. 84, no. 2, pp. 385-390.

Sen, A. K., 2005. "Why Exactly is Commitment Important for Rationality?", *Economics and Philosophy*, vol. 21, 1, pp. 5-14. file:///C:/Users/Dirección/Dropbox/Documentos/tfm_tex/tfm_10062017beta/portada_tfm_3.pdf

TRABAJO FIN DE MÁSTER. MADRID, 2017. FACULTAD DE FILOSOFÍA.
UNED

Simon, H. A., 1955. "A Behavioral Model of Rational Choice", *The Quarterly Journal of Economics*, v. 69, n. 1, Feb., 99-118.

Simon, H. A., 1978. "Herbert A. Simon-Prize Lecture: Rational Decision-Making in Business Organizations", *Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014*. Accesible en <http://www.nobelprize.org/nobel-prizes/economic-sciences/laureates/1978/simon-lecture.html>. [Consulta: 8-9-2016]

Simon, H. A., 1986. "Rationality in Psychology and Economics", *The Journal of Business*, vol. 59, 4, pp. S209-S224.

Steele, K., Stefánsson, H. O., "Decision Theory", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy, Winter 2016 Edition*. Accesible en <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/decision-theory/> [Consulta: 2-3-2017]

Sunstein C. R., Jolls C.; Thaler, R.H., 1998, "A Behavioral Approach to Law and Economics", *Coase-Sandor Institute for Law Economics Working Paper No. 55*.

Sunstein, C. R., Thaler, R. H., 2008, *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness*, Yale University Press.

Thaler, R. H., 1980, "Toward A Positive Theory of Consumer Choice", *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1980, reprinted in Breit and Hochman, eds. *Readings in Microeconomics*, 3rd edition, 1985, and in Howard Kunreuther, ed. *Risk: A Seminar Series*, IIASA, 1981.

TRABAJO FIN DE MÁSTER. MADRID, 2017. FACULTAD DE FILOSOFÍA.
UNED

Thaler, R.H., 2016, “Behavioral Economics: Past, Present, and Future”, *American Economic Review*, vol. 106, no. 7, pp. 1577-1600.

The Nobel Foundation, 1992, “The Prize in Economics 1992- Press Release”, *Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014. Accesible en http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1992/press.html*. [Consulta: 15-4-2016]

The Nobel Foundation, 1994, “John F. Nash Jr.- Facts”, *Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014. Accesible en http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1994/nash-facts.html*. [Consulta: 17-4-2016]

Tversky, A., 1969. “Intransitivity of preferences”, *Psychological Review*, vol. 76, pp. 31-48

Von Neumann, J., Morgenstern, O., 1944, *Theory of games and economic behavior*, 3ª ed., Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Von Neumann, J., 1945, “A Model of General Economic Equilibrium”, *The Review of Economic Studies*, vol. 13, 1, pp. 1-9.

Zadeh, L. A., 1965, “Fuzzy sets”, *Information and Control*, 8, pp. 338-353.

Zadeh, L.A., 1996, “Fuzzy logic = computing with words”, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 4, no. 2, pp. 103-111.